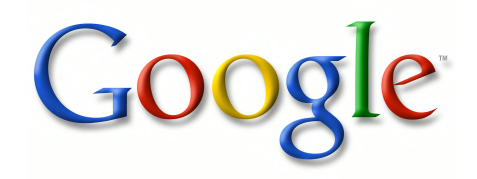
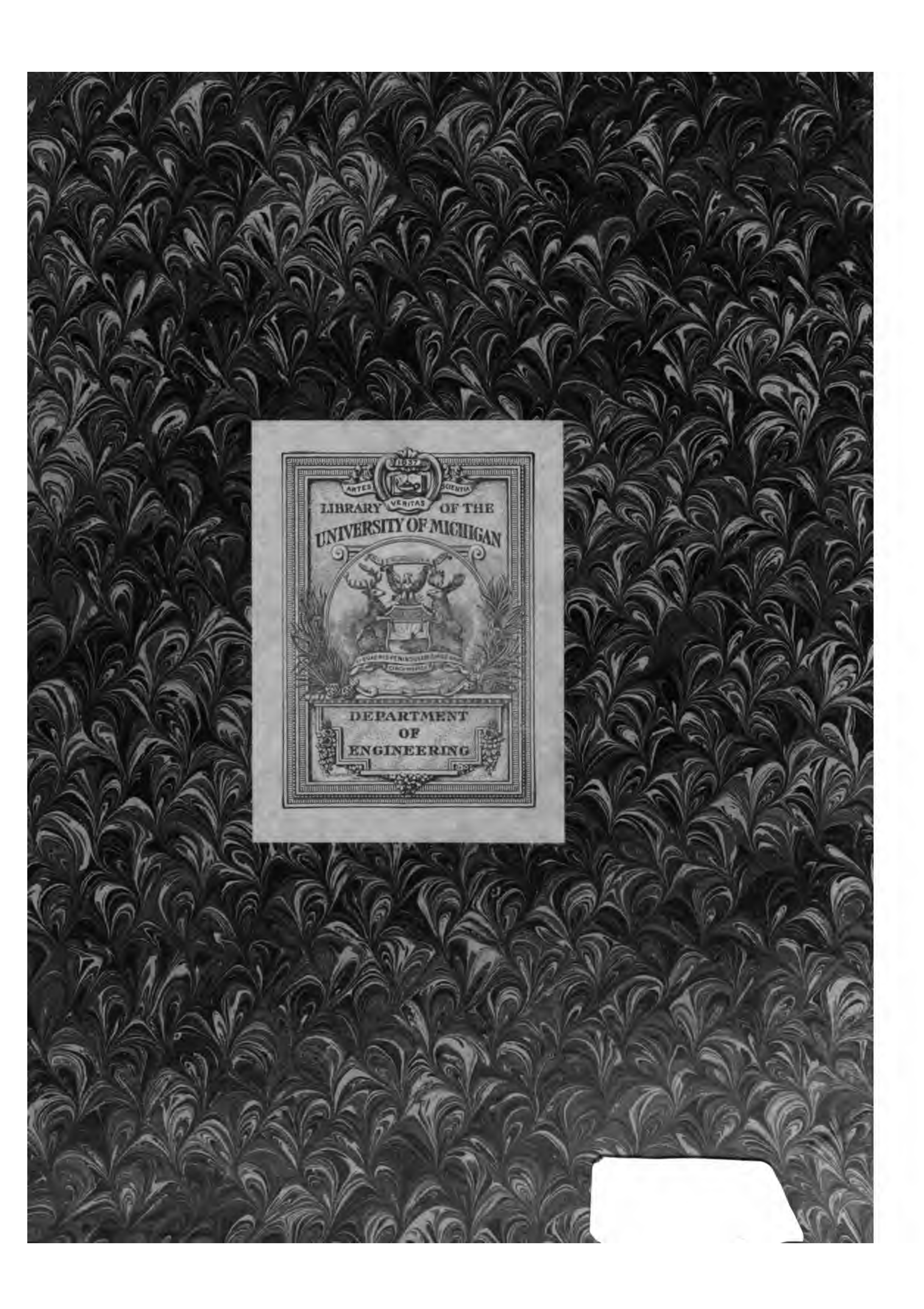
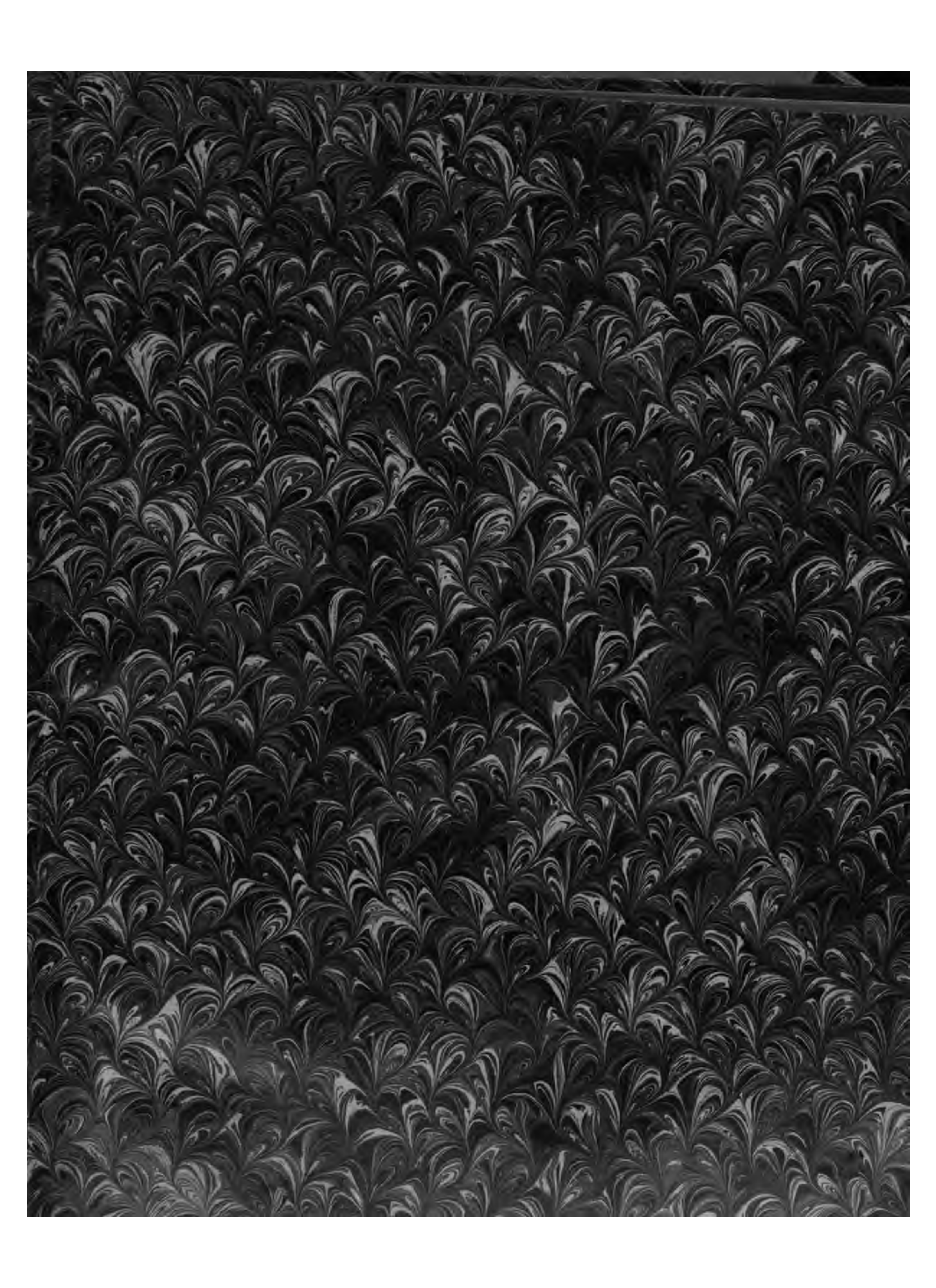

Google


C 416,685 DUPL



1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
DEPARTMENT
OF
ENGINEERING



LES MACHINES A VAPEUR ACTUELLES

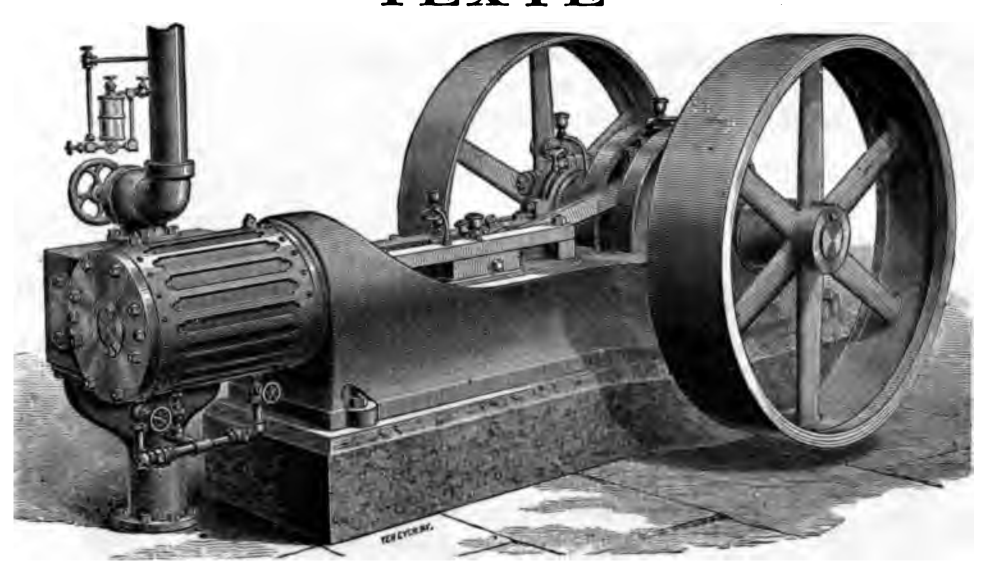
SUPPLÉMENT

MACHINES SIMPLES; COMPOUND; A TRIPLE EXPANSION.

A VITESSE NORMALE. — A GRANDE VITESSE.

PAR
J. BUCHETTI, INGr CIVIL
DES ÉCOLES CENTRALE ET DES ARTS ET MÉTIERS
MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS.

TEXTE



PARIS - 1888
CHEZ L'AUTEUR
11, RUE GUY-PATIN, 11

PRÉFACE

Depuis la publication de notre premier ouvrage : *Les machines à vapeur actuelles*, la construction de ces moteurs a fait d'importants progrès. Au point de vue du mode d'action de la vapeur, le système Compound s'est beaucoup répandu, et tout récemment, en s'inspirant des machines marines, on a créé quelques machines à triple expansion. Au point de vue de la vitesse de rotation, tous ces systèmes de machines se font à *vitesse normale* ou à *grande vitesse*. C'est la classification que nous avons adoptée.

Les machines à grande vitesse ont acquis une grande importance en raison surtout du développement des industries électriques et notamment de l'éclairage, pour la conduite directe des dynamos. Leurs dispositions varient beaucoup, mais nous ne voulons nous occuper ici que de celles qui sont caractérisées par la disposition du régulateur dans le volant, destiné à charger l'angle du calage et la course de l'excentrique du tiroir de distribution, qui devient ainsi l'unique organe de régulation, en faisant varier l'admission ou la détente, d'un tour à l'autre, comme dans les machines à déclics.

Cette disposition est due à Hartnell, Guthries et Turner dont la patente est antérieure à 1870.

Nous donnons dans ce *supplément*, à part quelques emprunts faits à des publications étrangères, les dessins d'exécution inédits des machines les plus récemment construites et nous remercions ici les constructeurs pour le concours qu'ils ont bien voulu apporter à notre œuvre de vulgarisation.

J. B.

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE PREMIER

MACHINES A VITESSE NORMALE.

CHAPITRE II

MACHINES A GRANDE VITESSE AVEC RÉGULATEUR DANS LE VOLANT.

LES
MACHINES A VAPEUR
ACTUELLES

SUPPLÉMENT

CHAPITRE PREMIER

MACHINES A VITESSE NORMALE

MACHINE SIMPLE, PAR A. C. BOURDON. (Breveté S. G. D. G.)

(Planche I).

Nous allons décrire diverses machines dessinées dans les planches I à V, étudiées par M. C. Bourdon et construites par la Cie Franco-Belge.

La machine à un seul cylindre (pl. I), est dessinée à l'échelle 1/10 pour bien montrer la construction du cylindre et du bâti qui présentent des dispositions nouvelles, rationnelles comme construction et très satisfaisantes au point de vue de la forme. La bielle et les autres organes sont semblable à ceux dessinés dans les planches suivantes.

Le cylindre et le bâti boulonnés ensembles ne forment plus qu'une même pièce. On remarquera que le presse-étoupe de la tige du piston est rapporté afin de laisser un passage suffisant à la barre d'alésoir qui alèse en même temps le cylindre et les glissières. L'enveloppe du cylindre et l'avant du bâti se terminent à leur partie inférieure par deux surfaces planes dressées, situées dans le même plan et formant deux brides circulaires.

La machine ainsi constituée peut être montée comme machine fixe sur deux socles en fonte, comme nous le verrons (pl. V), ou être montée sur chaudière. Dans ce cas on rive sur la chaudière deux tubulures cylindriques portant à leur partie supérieure une cornière dont les surfaces de jonction (le joint sous le cylindre est seul étanche) avec le bâti de la machine sont dressées. Les trous percés dans la cornière sous les paliers sont un peu ovalisés de façon à permettre la dilatation libre de la chaudière. Cette construction très rationnelle permet de faire un montage très exact et on doit remarquer surtout que les boulons de fixation sont ainsi tous accessibles et hors de la chaudière.

Le cylindre est fondu avec une enveloppe, qui forme dôme de vapeur. La prise de vapeur a lieu au sommet de cette enveloppe, à une grande hauteur au-dessus du plan d'eau dans la chaudière, disposition qui évite les entraînements d'eau.

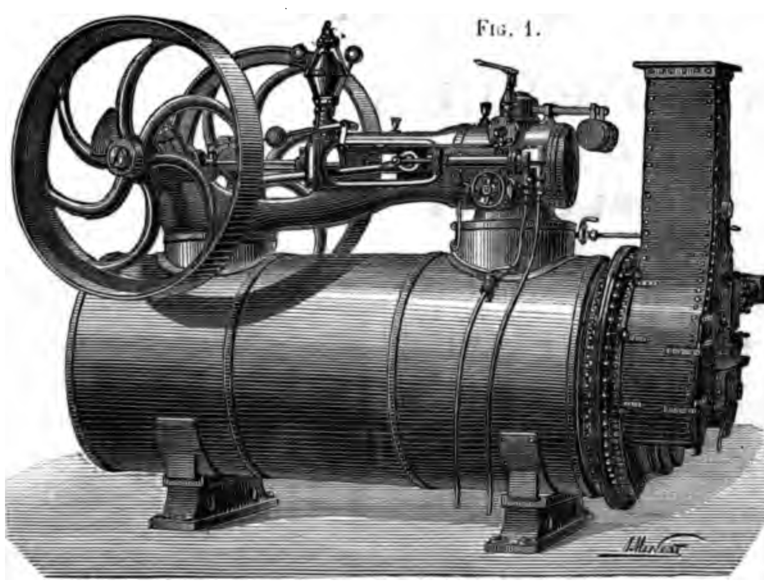


Fig. 1.

Au départ de la prise de vapeur *a* se trouve le papillon dont le siège fait corps avec le bouchon. Le robinet de mise en marche est placé au bas du conduit *a* pour être plus accessible, de là la vapeur arrive dans la boîte du tiroir par un conduit *b* qui se bifurque et débouche de chaque côté du conduit d'échappement en *c* et *d*. La distribution a lieu par un tiroir Trick circulaire, cette forme circulaire conduit aux formes d'orifices de la glace que l'on voit sur l'élévation ; elles résultent de ce que au moment de l'admission comme à l'échappement, l'arête de l'orifice de la glace doit coïncider avec l'arête du tiroir.

Le tiroir circulaire, surtout quand il est horizontal, a l'avantage d'user régulièrement, car si un point de la glace vient à être mal graissé il se produira un déplacement du tiroir qui changera les surfaces en contact.

Les autres parties de la machine n'ont pas besoin d'explications.

Ces machines se construisent de 7 numéros, suivant la série du tableau suivant :

PUISSANCE en chevaux.		PISTON.		Nombre de tours.	Diam. des volants.		Surface de chauffe.	Poids en kilog.		Prix à l'usine (1887).		
nominale.	au frein.	Diam.	Course.		grand.	petit.		mi-fixe.	locomob.	locomob.	mi-fixe.	Avec changemt de marche.
4	6	140	210	140	1,10	0,70	6,5	2.800	3.200	4.900	4.500	300
8	10	176	260	125	1,25	0,85	10	4.000	4.500	6.500	6.000	400
12	15	200	300	115	1,40	1,00	14	4.800	5.400	8.100	7.400	500
16	20	226	320	110	1,50	1,10	18	5.600	6.300	9.450	8.600	600
22	25	250	350	105	1,60	1,20	23	7.800	8.600	10.800	9.800	700
30	35	276	400	100	1,70	1,30	31	9.500	10.450	12.700	11.500	800
40	45	326	450	90	1,85	1,50	37	11.800	»	»	14.000	900

Les chaudières sont du type à foyer amovible avec tubes en fer de 70 m/m. extérieur et 3 m/m d'épaisseur.

MACHINE COMPOUND MI-FIXE, PAR A. C. BOURDON.

(Planches II-III).

Un certain nombre de ces machines ont été fournies à la Cie de Panama pour être montées sur bateaux; elles sont dans ce cas munies d'un condenseur par surface. *A* est la pompe à air et *C* la pompe de circulation. Entre ces deux pompes sont placées la pompe alimentaire et une pompe de calle. La commande de ces pompes se fait au moyen d'un levier à trois bras. La fourchette du bras vertical vient dans l'intérieur des branches de la bielle motrice, et lui est reliée au moyen d'une petite bielle. Les extrémités de cette fourchette sont allongées afin de ne jamais être dépassées par les branches de la bielle et éviter ainsi tout heurt qui pourrait se produire, si par suite d'usure, l'extrémité de ce levier vertical venait à se déplacer.

Les deux cylindres sont fondus avec l'enveloppe qui forme deux capacités séparées par une cloison à la hauteur des axes (pl. 3). La capacité inférieure est le réservoir intermédiaire. La capacité supérieure forme dôme de vapeur, elle communique avec la chaudière par 3 tubulures qui ont pour effet de réchauffer la vapeur du réservoir intermédiaire. La distribution au petit cylindre est à la détente Ridder, celle du grand cylindre se fait par un tiroir Trick (1). L'enveloppe des cylindres et l'avant des bâtis se terminent par une bride ovale dressée qui repose sur les cornières également dressées des tubulures ovales rivées à la chaudière.

Les autres parties de la construction se lisent suffisamment sur le dessin. Nous verrons (pl. V) quelle est la disposition pour la condensation par injection.

Il se construit dans cette disposition quatre grandeurs de machines, dans les conditions principales suivantes :

Puissance en chevaux.	Nombre de tours.	Diamètre des volants.	D'axe en axe des volants.	
30	115	1.70	1.70	
50	105	2	1.97	
70	95	2.15	2.15	Voir la légende (pl. V.)
90	85	2.30	2.32	» » (pl. II.)

MACHINE SOUS CHAUDIÈRE, PAR A. C. BOURDON.

(Planche IV).

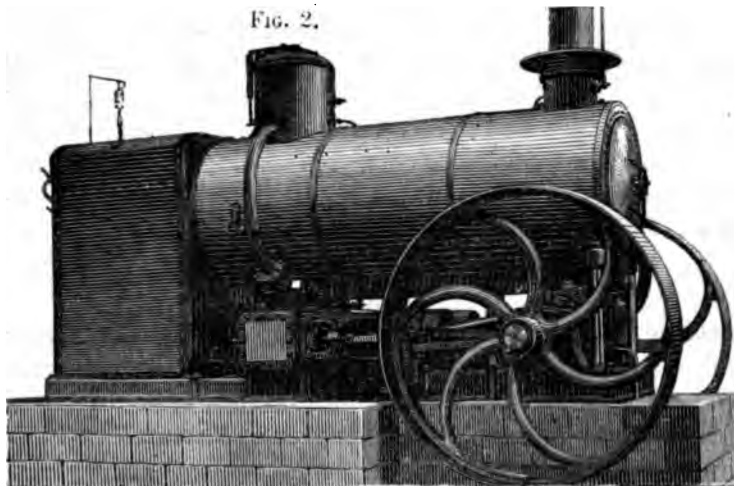
En plaçant la machine sous la chaudière (fig. 2) on obtient un appareil très stable.

Un certain nombre des machines dessinées pl. IV ont été construites pour Panama; elles étaient, comme le représente le petit ensemble à droite et la figure 3, montées sur un truc que l'on amenait à proximité des appareils à mettre en mouvement.

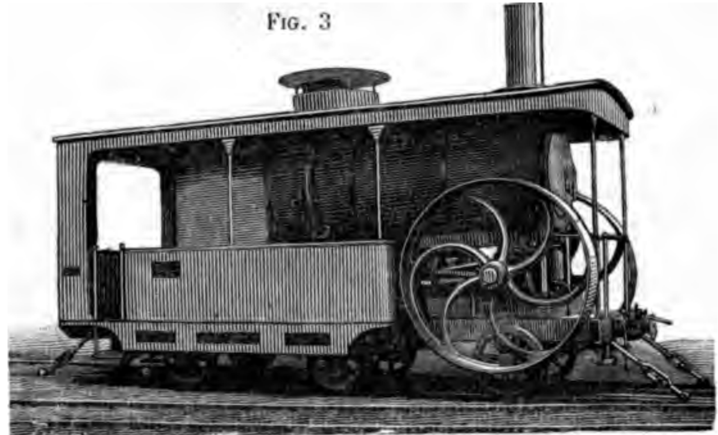
(1) Nous avons donné dans *les Machines à vapeur actuelles*, les tracés de ces tiroirs.

Les longerons extérieurs étant placés sur des cales en bois reposant sur les traverses de la voie, on assujettissait le truc sur les rails au moyen de tendeurs.

La chaudière est du type locomotive et la boîte à feu repose sur le bâti prolongé de la machine; la boîte à fumée repose sur ce même bâti par l'intermédiaire de deux petites colonnes.


Fig. 2.

La machine proprement dite est à deux cylindres égaux accouplés comme planche IV, ou a deux cylindres inégaux et à fonctionnement compound comme planche V. Les volants sont placés du côté de la boîte à fumée et ainsi la courroie ne gêne ni l'accès de la machine ni celui du foyer; cette disposition nous paraît préférable à celle adoptée par certains constructeurs anglais qui, plaçant les cylindres sous la boîte à fumée, ont par suite les volants près de la boîte à feu au milieu de l'appareil, et alors quelle que soit la direction de la courroie, elle gêne ou l'accès de la machine ou celui du foyer.


Fig. 3

Suivant la destination de la machine elle peut être à changement de marche ou à distribution simple sans ou avec régulateur agissant sur un papillon. Le dessin représente l'appareil avec changement de marche par la coulisse droite de Allan et aussi le régulateur placé à l'arrière des cylindres. La vapeur d'échappement passe dans un réchauffeur de l'eau d'alimentation et de là dans la cheminée pour produire le tirage forcé. Ce réchauffeur est composé d'un tube central unique serti à ses deux extrémités dans deux cloisons venues de fonte avec la tubulure rectangulaire formant le réchauffeur. La pompe alimentaire, conduite par l'une des têtes de pistons, refoule l'eau en *a* dans un récipient d'air vertical; de là cette eau circule dans le tube central du réchauffeur en sens inverse de celui de la vapeur d'échappement, puis elle sort par la tubulure *b*, pour entrer dans la chaudière en passant par un clapet de retenue qui, situé en avant, ne se voit pas sur notre dessin.

MACHINE SOUS CHAUDIÈRE. — COMPOUND. (60 chevaux.)

(Planche V).

Cette machine ne diffère de la précédente que par la construction des cylindres et du bâti. C'est pour cela que nous n'avons dessiné ici que ces pièces sans reproduire les autres organes qui sont semblables à ceux de la planche IV. Elle se fait de trois forces.

40 chevaux	à	110 tours,	volant	1 m. 80	distance	d'axe	des volants	1 m. 700
60	»	100	»	» 2 m. 00	»	»	»	1 m. 960
80	»	90	»	» 2 m. 20	»	»	»	2 m. 200

MACHINES AVEC CONDENSATION PAR INJECTION.

(Planche V).

Le dessin que nous donnons se rapporte à la machine Compound fixe de 90 chevaux, montée sur ses socles en fonte et ceux-ci boulonnés sur la fondation. Dans ce cas la pompe à air repose comme la pompe alimentaire sur une pierre de taille.

Cette disposition de la pompe à air est identiquement la même pour la machine demi-fixe (pl. II), seulement alors la pompe à air comme la pompe alimentaire reposent sur un socle en fonte appartenant à l'un des supports de la chaudière.

MACHINE COMPOUND MI-FIXE DE LA MAISON CHALIGNY ET Cie

(Planches VI et VII.)

La chaudière. sur laquelle repose la machine, est du type bien connu des locomotives, type adopté dans les premières locomobiles anglaises, puis importé par M. Calla et conservé par M. Chaligny, son successeur ; elle peut être facilement montée sur roues. Sur demande la maison Chaligny construit aussi des chaudières à foyer amovible.

Les deux cylindres de la machine sont fondus d'une seule pièce avec l'enveloppe, leurs fonds avant et les boîtes des tiroirs. Cette enveloppe porte une bride inférieure carrée formant joint sur une tubulure en tôle rivée à la chaudière.

La capacité formée par l'enveloppe est divisée en deux parties A et D, par un diaphragme à la hauteur des axes des cylindres ; la partie supérieure A communiquant avec la chaudière par le conduit B, forme le dôme de vapeur surmonté par les soupapes de sûreté. La prise de vapeur a lieu par la tubulure C au moyen d'un robinet à soupape ordinaire, dont on voit le volant sur l'élévation et le plan ; l'arrivée de vapeur dans la boîte du petit tiroir est réglée au moyen d'une petite soupape à double siège qui remplace le papillon, et commandée par le régulateur.

La distribution aux deux cylindres se fait par des tiroirs Trick, dont nous avons donné le tracé dans le chapitre 1er de notre ouvrage *Les Machines à vapeur actuelles*.

La vapeur, en sortant du petit cylindre, passe dans la capacité D qui communique avec la boîte du grand tiroir par un conduit inférieur débouchant à chaque extrémité

de cette boîte. Enfin, la vapeur sortant du grand cylindre est envoyée au condenseur ou dans la cheminée par la tubulure E, ou bien dans l'atmosphère par la tubulure F.

Un robinet G permet d'introduire la vapeur du dôme sur le grand tiroir, pour faciliter la mise en marche. Le conduit d'échappement se recourbe d'équerre au pied de la cheminée et au moyen d'une petite calotte que l'on déplace à 90°, on fait communiquer ce conduit avec le condenseur ou avec la cheminée dont la base carrée est munie d'un registre. Le condenseur et la pompe à air constituent un appareil indépendant mû par une courroie et dont la construction n'offre rien de particulier.

Le bâti, boulonné à l'avant des cylindres, porte les glissières cylindriques et les paliers ; les deux pattes sous chaque palier sont boulonnées sur un chevalet formé d'une forte tôle rivée à la chaudière.

CONDENSEUR A EAU RÉGÉNÉRÉE (Breveté S G.D.G.

Dans l'installation d'un moteur à vapeur, on est souvent obligé de renoncer au bénéfice que procure la condensation, soit parce que la quantité d'eau dont on dispose est insuffisante, soit, comme cela arrive dans les villes, parce que son prix est trop élevé.

Dans les usines où l'eau fait ainsi défaut, notamment dans certaines sucreries, on emploie depuis fort longtemps le réfrigérant à fascines qui permet de refroidir les eaux de condensation par une évaporation partielle de ces eaux. On utilise donc toujours la même eau diminuée de celle qui est évaporée et qui constitue le volume d'eau fraîche à fournir. On a construit aussi de nombreux types de réfrigérants occupant un volume moindre que celui à fascines. La maison Chaligny a créé un réfrigérant occupant peu de place et un condenseur double.

Le réfrigérant, qui n'est pas dessiné ici, est formé d'un réservoir rectangulaire en tôle dans lequel sont superposés des cadres sur lesquels sont tendus des filets en chanvre. L'eau chaude sortant du condenseur double arrive à la partie supérieure du réfrigérant et se déverse par plusieurs gouttières sur ces filets offrant une grande surface d'évaporation. L'évaporation est activée par un courant d'air ascensionnel produit par un ventilateur placé à la partie inférieure du réservoir et mu par une courroie.

Le condenseur double, (pl. VII) reçoit la vapeur d'échappement de la machine par la tubulure A ; cette vapeur passe dans les tubes du faisceau B, puis dans ceux C, qui constituent un condenseur par surface, comme nous allons le voir, et arrive par le tuyau D dans le condenseur par injection E. Le tuyau d'injection F communique avec l'eau refroidie ou régénérée qui est au fond du réfrigérant dont nous avons parlé et l'aspiration a lieu par l'effet du vide que produit la condensation. Cette aspiration peut être réglée par un robinet comme d'ordinaire. La pompe à air G refoule l'eau de condensation dans le récipient supérieur, cette eau enveloppe les tubes B, C, puis elle retourne par la tubulure H au réfrigérant à filets dont nous avons parlé. Enfin I est la tubulure de prise d'eau de la pompe alimentaire et J est la prise d'eau fraîche, arrivant en charge et destinée à suppléer à l'évaporation.

Dans un grand nombre de cas, suivant le volume d'eau dont on dispose, on pourra se contenter de l'application du condenseur double ; on obtiendra déjà sur la dépense en eau qu'exige la condensation par injection simple, une économie de près de 50 0/0 comme l'indique le tableau ci-après.

Résultats moyens d'expériences sur des machines de 22 à 33 chevaux.

DÉSIGNATIONS	A ÉCHAPPEMENT LIBRE.		COMPOUND A CONDENSATION.	
	Monocylindre.	Compound.	Condensation double seule.	Condensation double à eau régénérée.
Charbon par cheval et heure............	1 kil. 674	1 kil. 377	1 kil. 040	1 kil. 100
Eau d'alimentation par cheval et heure...	13 lit. 800	12 lit. 075	9 lit. 360	9 lit. 925
Eau de condensation » ...	»	»	118 lit. 200	»
Eau récupérée » ...	»	»	»	2 lit. 535
Dépense nette en eau » ..	13 lit. 800	12 lit. 075	118 lit. 200	7 lit. 390
» par injection simple » ...			227 lit. 078	

MACHINE MI-FIXE COMPOUND DE J. BOULET ET Cie.

(Planche VIII.)

Les deux vues d'ensemble donnent les dispositions de la chaudière à foyer amovible, de la machine et des appareils de la condensation placés du côté du grand cylindre. La condensation s'opère dans un tube incliné placé en contrebas du sol et la pompe à air, détaillée au 1/10, est commandée par un bouton placé sur le volant.

La construction de la machine est détaillée dans la vue en plan et la coupe transversale des cylindres. Le grand cylindre est fondu avec l'enveloppe, tandis que le petit cylindre est rapporté. Cette enveloppe est fixée au bâti au moyen de douilles en fer munies d'écrous formant en même temps les boîtes à étoupes des tiges des pistons

La vapeur venant de la chaudière arrive à la partie inférieure de la boîte du petit tiroir et remplit la capacité A. Les tiroirs de distribution sont en forme de coin, comme l'a fait depuis longtemps M. Duvergier (1). La vapeur sortant du petit cylindre passe dans le réservoir intermédiaire B d'où elle est distribuée au grand cylindre par un tiroir Trick.

La distribution au petit cylindre détaillée au 1/5 est à détente variable par le régulateur. Cette disposition consiste en deux tiroirs superposés, le second portant des tuileaux de la détente Farcot (1). Au lieu de conduire chaque tiroir par un excentrique spécial comme d'habitude, on a voulu ici les conduire par un même excentrique et cela pour ne pas avoir à modifier le bâti déjà existant en élargissant la distance des paliers. On

(1) Voir : *Les Machines à vapeur actuelles.*

voit suffisamment quelle est la disposition du levier coudé qui conduit le second tiroir.

Mais il sera toujours préférable d'employer un deuxième excentrique qui permettra mieux de régler la distribution.

Dans la vue en plan de la machine nous avons supposé le fonctionnement sans condensation ; dans ce cas la vapeur sortant du grand cylindre est dirigée par la tubulure C dans le réchauffeur de l'eau d'alimentation ménagé dans le bâti même de la machine, puis elle sort par la tubulure D pour aller dans la cheminée activer le tirage du foyer. Le réchauffeur est formé d'une série de tubes en laiton sertis dans les cloisons en fonte. L'eau est introduite en E par la pompe alimentaire fixée sur le dressage E et conduite par le même excentrique que le grand tiroir. Cette eau passe d'un tube à l'autre par suite de l'existence des nervures intérieures ménagées sur les deux fonds qui ferment les capacités en avant des tubes, puis elle sort par l'orifice F pour aller à la chaudière.

La surface de chauffe par cheval nominal des chaudières timbrées à 7 kil. est comprise entre $1^{m},20$ pour les machines les plus faibles et $0^{m},90$ pour les plus puissantes.

Le tableau suivant donne les principles conditions d'établissement de ces moteurs.

FORCE EN CHEVAUX.		DIAMÈTRES.		Course commune.	Nombre de tours.	Diamètre des volants.	Poids en tomes.	Prix (1887.)
Nomin.	Maxim.	Petit.	Grand.					
35	45	240	360	360	115	1,70	10	17.500
50	65	250	420	420	105	1 80	14	22.000
60	85	280	460	480	95	1,95	16	27.000
80-100	120	325	520	540	85-100	2,20	18,5	33.000
120-140	170	360	580	620	80-090	2,50	26	40.000

MACHINE, COMPOUND FIXE SYSTÈME BONJOUR

(Planche IX.)

Les machines de ce système ont été construites d'abord par MM. Jouffray à Vienne (Isère), elles le sont actuellement par la Compagnie des Forges de l'Horme.

La planche IX donne : l'élévation, le plan, les coupes transversales des cylindres et celles des glissières, pour une machine à condensation.

Les deux cylindres sont, comme on le voit dans le plan, rapportés dans une enveloppe générale qui forme aussi les boîtes des tiroirs. Ces cylindres et l'enveloppe sont réunis, ensemble et au bâtis, au moyen de douilles qui forment aussi les presse-étoupes des tiges des pistons. Ces presse-étoupes sont ici avec garniture métallique du genre de celle de Pile. Quelques boulons placés à la partie inférieure complètent la réunion de l'enveloppe au bâti.

Le bâti forme les deux glissières, il porte du côté des cylindres une large bride dressée, sur laquelle s'assemble l'enveloppe des cylindres, et à l'avant les trois paliers de l'arbre manivelle, dont les deux extrêmes sont disposés en encorbellement.

La vapeur arrive au robinet de mise en marche A, d'où elle pénètre dans la boîte du petit tiroir et enveloppe le petit cylindre et ses fonds, puis elle pénètre par l'ouverture E dans l'enveloppe du grand cylindre.

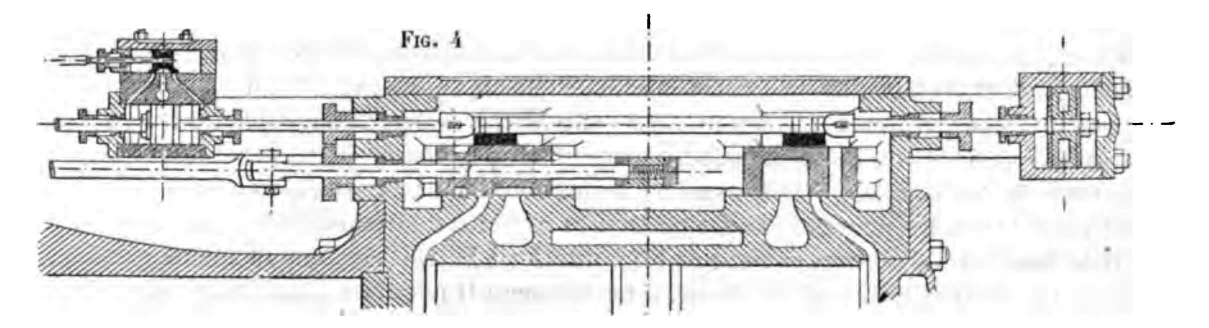
Ce conduit E établissant la communication des enveloppes, est alésé après le montage du grand cylindre et garni d'un tube en cuivre rouge fortement serti pour rendre le joint complètement étanche. Il est bien évident qu'il faut assurer la purge de l'enveloppe du grand cylindre.

La vapeur est distribuée au petit cylindre par un tiroir à coin du système Duvergier et la détente est déterminée par des tuileaux placés sur le dos du tiroir. Ces organes bien connus n'ont pas été dessinés dans l'élévation pour ne pas compliquer le dessin. Le fonctionnement de ces tuileaux est indépendant du mouvement du tiroir, ce qui permet d'obtenir toutes les introductions ; à cet effet, ils sont reliés à un petit piston *e* sur lequel la vapeur est distribuée au moyen d'un robinet à doubles conduits *d*. Suivant que le piston *e* est poussé à droite ou à gauche, les tuileaux fermeront l'introduction à l'avant ou à l'arrière du cylindre. La rapidité de cette fermeture est réglée par le petit piston amortisseur placé à l'arrière.

Le mouvement est donné à ce robinet *d* par un dispositif que l'on voit bien dans l'élévation ; une coulisse portant une queue *a* est articulée sur la barre même de l'excentrique, ce point d'articulation décrit comme on sait une courbe elliptique ; un levier *b* dont le point fixe d'oscillation est sur le bâti, vient s'articuler à l'extrémité de la queue *a* et force ce point à décrire un arc de cercle, il en résulte pour la coulisse une inclinaison différente pour chaque position du système. Enfin la tige du robinet *d* se termine par un coulisseau *c* dont la position dans la coulisse est déterminée par le régulateur. Chaque position du coulisseau correspond à une introduction déterminée.

La vapeur sortant du petit cylindre passe dans la capacité B et la boîte du grand tiroir, elle se réchauffe ainsi aux dépens des enveloppes de vapeur directe des deux cylindres.

La distribution au grand cylindre est faite ici par un tiroir à coin, à simple recouvrement ou mieux par un tiroir Trick. La vapeur sortant du grand cylindre arrive dans la boîte à clapet C et de là, suivant que le clapet est à droite ou à gauche, elle s'écoule



dans l'atmosphère ou elle passe au condenseur D. Ce dernier communique avec la pompe à air dont le piston est commandé par la manivelle placée à l'extrémité de l'arbre. La pompe alimentaire est conduite par le piston même de la pompe à air au moyen d'un collier à queue assujetti à la partie supérieure de ce piston. Tous les organes de la con-

densation, ainsi disposés en partie au-dessous du niveau du sol et du côté opposé au volant, sont très accessibles et ils ne gênent pas l'accès de la machine.

La construction de la pompe à air et notamment celle des clapets superposés et faits d'un seul disque de diamètres différents, est bien comprise. Il suffit de démonter la calotte supérieure pour visiter les deux clapets.

La détente variable que nous venons de décrire présente quelque analogie avec celle de Munck et Hambrack (fig. 4) que nous avons décrite dans notre précédent ouvrage et dont nous rapportons ici la disposition. L'organe de distribution au petit piston des tuileaux est ici au petit tiroir plan conduit par une canne à basse mobile sous l'action du régulateur.

MACHINE A DÉCLIC DE LA Cie DE FIVES-LILLE

(Planche IX)

Les figures 1 et 2 donnent l'ensemble de la machine à condensation. La largeur du volant et la longueur de l'arbre ont ici des dimensions arbitraires.

Les figures 3 à 7 donnent la construction du cylindre et des organes de la distribution. Nous donnerons le détail du palier, du régulateur et du coulisseau, dans les planches X et XIII.

Le cylindre porte, au milieu de sa longueur, deux larges pattes latérales reposant sur deux supports (fig. 3 et 4) boulonnés eux-mêmes à la fondation. Cette construction a permis d'établir la communication directe des deux boîtes d'échappement.

La distribution se fait par quatre tiroirs plans placés deux à deux aux extrémités du cylindre. Les deux tiroirs d'admission, placés latéralement, sont conduits par un mécanisme à déclic commandé par le régulateur et dont le principe est analogue à celui de Wannieck et Koppner que nous avons décrit planche 11 de notre précédent ouvrage.

Chaque petit tiroir d'admission A est emboîté dans un cadre à douille B assujetti sur la tige C. Un petit ressort, fixé à l'extérieur du cadre, maintient le tiroir appliqué sur la glace. Les glaces sont aussi rapprochées que possible de l'axe du cylindre pour réduire l'espace nuisible et les lumières sont doubles afin de réduire la course du tiroir.

Chaque tige C porte à une extrémité (fig. 6) 1° un coulisseau B sur lequel est fixée, au moyen de deux vis, la platine d'accrochage en acier trempé ; 2° à son extrémité extérieure un piston à air, constamment poussé de l'extérieur à l'intérieur par un ressort en spirale, dont on fait varier la tension en vissant ou dévissant le fond de la boîte qui le contient. Nous avons donné ailleurs la construction des pistons à air et des ressorts.

Le mouvement est donné à ces petits tiroirs d'admission par un excentrique circulaire, dont la barre E (fig. 5) fait osciller l'arbre coudé F et par suite les deux boutons G situés à son extrémité du côté du cylindre. Les organes de déclic, pour un tiroir, sont détaillés figure 6. Le bouton G conduit un coulisseau H ajusté dans la même glissière que le coulisseau D de la tige du tiroir. Ce coulisseau H porte un doigt articulé K, armé d'une platine en acier trempé qui viendra accrocher la platine D de la tige. Ce doigt K porte une queue L qui dès qu'elle touche le heurtoir M produit le déclic, alors la tige C du tiroir, chassée par le ressort, vient reprendre la position qu'elle a (fig. 6) et le tiroir ferme l'introduction. Le heurtoir M est déplacé par le régulateur.

Dans la figure 6 le déclanchement vient de se produire et le doigt K est encore levé ;

mais bientôt le bouton G va rétrograder, la queue L va quitter le heurtoir et se soulever sous l'action des deux petits ressorts à boudin, la platine du doigt K frottera en reculant sur la platine D qu'elle échappera bientôt (tracé en pointillé) .pour l'accrocher au retour.

Pour éviter que l'arête de la platine K ne s'émousse en tombant fréquemment sur le coulisseau D, cette chute est arrêtée par le contact du patin N, appartenant à la queue L, sur le patin P appartenant au coulisseau H.

Ce coulisseau H porte encore deux prolongements Q à crochets destinés, à ramener, dans leur mouvement de recul, le coulisseau D à la position de départ, dans le cas où le ressort n'aurait pas poussé ce coulisseau à fond de course.

Les tiroirs d'échappement à grille, placés à la partie inférieure du cylindre, sont conduits par la queue d'un manchon claveté sur la tige, qui elle, reçoit le mouvement d'un excentrique circulaire au moyen d'un renvoi placé sous le bâti à baïonnette Le tuyau qui réunit les boîtes d'échappement est muni d'un joint de dilatation.

Epure de la distribution. — La figure 4 ci-après est le tracé qui permet de déterminer l'angle de calage de l'excentrique et par suite la courbe de relation des mouvements du piston et du tiroir.

On a déjà déterminé les dimensions des orifices du cylindre dont la largeur est ici de 18 mm. On a fait le recouvrement extérieur de 14 mm. et celui intérieur de 8 mm.; la bande du tiroir a donc 18+14+8=40 mm.; on a donné 33 mm. à l'orifice central du tiroir, la bande entre les lumières est donc 33+14+8=55 mm. Dans ces conditions en donnant au tiroir une course de 62 mm. (environ 3 fois 1/2 la largeur de l'orifice), le deuxième orifice à gauche sera encore ouvert de 3 mm. quand le tiroir sera à fond de course (en supposant qu'il n'y ait pas eu de déclanchement).

Le piston étant au point mort, l'avance à l'admission a été faite de 1 m/m. 5 sur chaque orifice; nous allons en déduire l'angle de calage.

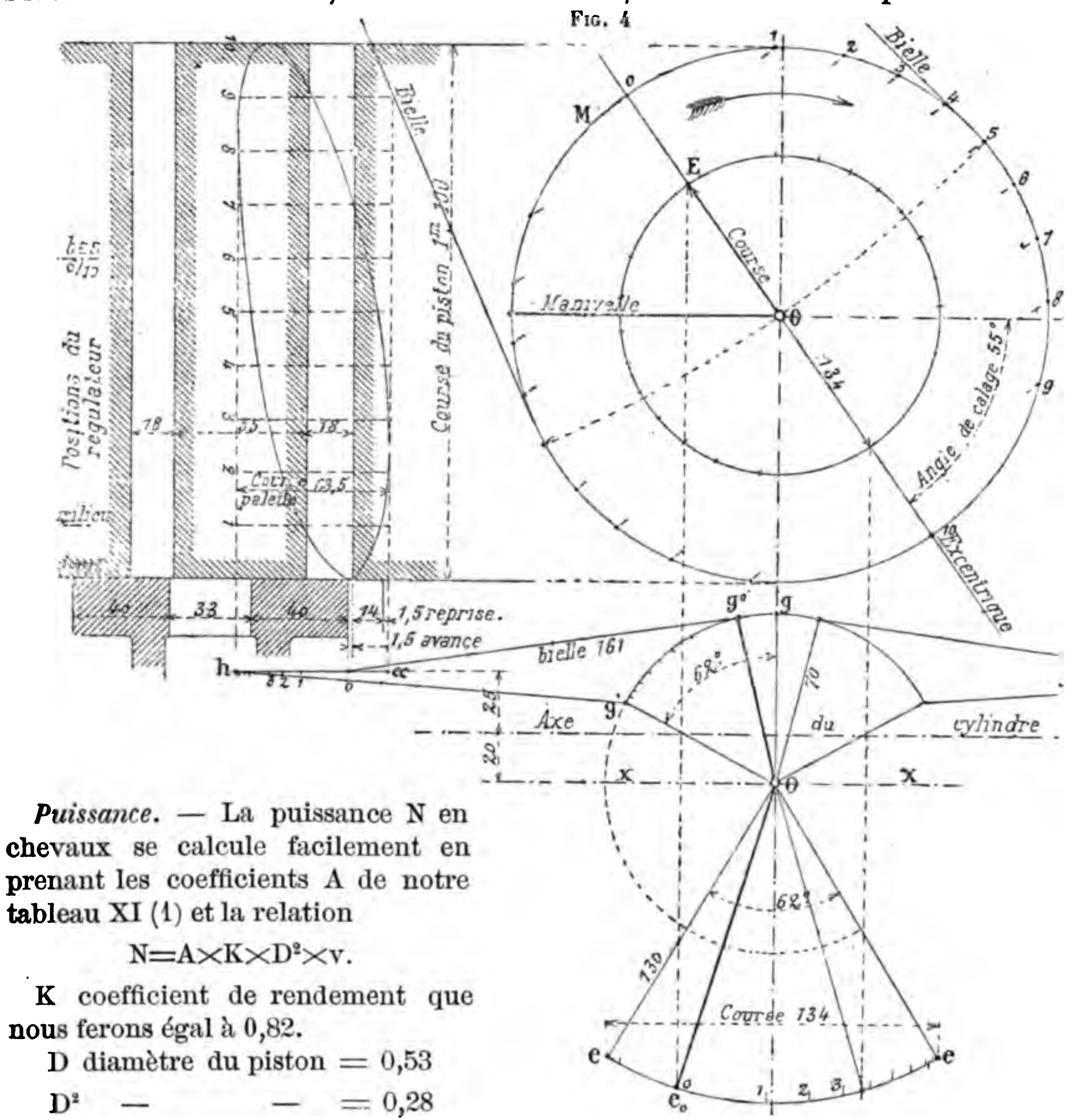
Traçons à une distance quelconque la ligne *a h* qui est la coursedu coulisseau H ou de l'articulation du doigt K, elle se compose de la course du tiroir plus 1 m/m. 5 pour assurer l'accrochage, soit 63 m/m. 5.

On a voulu que pour la position *a*, au début de la course du tiroir, le bouton g qui le conduit fût sur laverticale *oO* du milieu du cylindre; on a placé l'axe d'articulation *o* à 45 mm. au-dessous de *a h* ; on a fait *ag*=70 mm. et *o e*=130 mm. Le point *g* sur la verticale de *o* est donc déterminé, on en déduit la longueu de la petite bielle *ag*=161 mm. Le tiroir étant à bout de course en *h,g* sera venu en *g'* l'angle d'oscillation est donc de 62°, d'où la course de l'excentrique sera *e—e*=134 mm. Pour le point mort de la manivelle, le tiroir a ouvert la lumière de l'avance à l'admission qui est ici de 1 m/m. 5, donc le point *g* est venu en g_0 et l'axe *e* sera venu en e_0 (le levier est tracé en traits forts). Si donc on trace le cercle M de la manivelle à une échelle quelconque, et celui de l'excentrique au diamètre *ee*=134, en projetant e_0 en E, *OE* est la position du rayon de l'excentrique et l'angle de calage est de 55°.

Pour tracer la courbe de relation, on divise la course du piston en 10 parties égales, on en déduit les positions correspondantes de l'excentrique E en tenant compte de l'obliquité de la bielle, on projette les divisions du cercle E sur l'arc *ee*, on en déduit les divisions de *gg'* et enfin celles de *ah* ou les chemins parcourus par le tiroir, qui déterminent comme on sait, la courbe de relation voulue.

Le régulateur étant ouvert au haut de sa course, le déclic se produit au point mort; s'il est au milieu de sa course, si le déclic a lieu au 1/10 de la course du piston; enfin s'il est au bas de sa course, l'introduction est de 6/10 de la course du piston.

Fig. 4



Puissance. — La puissance N en chevaux se calcule facilement en prenant les coefficients A de notre tableau XI (1) et la relation

$$N=A\times K\times D^2\times v.$$

K coefficient de rendement que nous ferons égal à 0,82.

D diamètre du piston = 0,53

D^2 — — = 0,28

v vitesse du piston; a 60 tours : $v=\frac{1,10\times 60}{30}=2,2.$

On a donc

$$N=0,82\times 0,28\times 2,2\times A = 0,5\ A.$$

A la détente 10 et une pression	=	4	5	6	7 k.
On a :	A =	123	157	192	225
Donc :	N =	61	78	96	112 chevaux.

(1) Voir *Les Machines à vapeur actuelles.*

MACHINE COMPOUND AUTOMATIQUE, POUR COMPRESSION

CONSTRUITE PAR LA Cie DE FIVES-LILLE.

(Planches XI à XIII.)

La Compagnie des chemins de fer de l'Ouest ayant mis au concours le projet des installations hydrauliques de la gare Saint-Lazare, a adopté le projet présenté par la Cie de Fives Lille.

Nous ne nous occupons ici que des machines installées à la gare des Batignolles pour la compression à 50 atmosphères de l'eau destinée à faire mouvoir les appareils de la gare Saint-Lazare,

L'installation des Batignolles, comprend deux machines semblables à celle que nous avons dessinée. Les pistons accouplés à 90° conduisent directement les pistons plongeurs des pompes jumelles situées à l'arrière. Les deux cylindres sont munis de la détente Meyer dans le but de régler les admissions pour obtenir un même travail sur chaque piston. Cette égalité du travail indiqué se contrôle au moyen des diagrammes que l'on peut relever facilement sur chaque cylindre (1.)

Dans la vue en plan (pl. XII), nous n'avons dessiné qu'une seule pompe, une pompe semblable existe à l'arrière du petit cylindre.

La planche XI donne : 1° l'élévation du côté du gros cylindre; mais pour les pompes nous avons supposé la coupe faite par la fosse située entre les deux pompes; nous voyons donc, en élévation, la pompe commandée par le petit cylindre. 2° Le détail d'un corps de pompe, du bati, du coulisseau et du palier muni de la patte du support de l'arbre de commande au régulateur.

La planche XIII donne, l'élévation par bout, vue de l'arrière avec les coupes transsales d'une pompe, du réservoir, et du grand cylindre. La seconde élévation transverversale est une coupe en avant du petit cylindre, elle fait voir la commande de la pompe alimentaire et de la petite pompe de purge de l'enveloppe du petit cylindre. Cette pompe de purge reçoit les eaux de l'enveloppe du petit cylindre quand le robinet P placé à l'avant de ce cylindre est ouvert, et les envoie dans le tuyau de refoulement de la pompe alimentaire. F est le robinet de prise d'eau d'alimentation

Les machines sont à échappement libre sans condensation.

FONCTIONNEMENT AUTOMATIQUE.

Dans toute machine de compression, il faut qu'elle s'arrête dès que l'accumulateur est chargé, puis qu'elle se remette en marche aussitôt que l'accumulateur commence à s'abaisser.

A cet effet on a disposé à l'entrée et dans l'axe de la chambre des machines, sur le conduit de vapeur venant des chaudières, un papillon A (pl. XII et XIII) qui intercepte ou laisse passer la vapeur aux deux machines, suivant que l'accumulateur arrivé au haut de sa course ferme ce papillon au moyen de leviers et chaine de renvoi, ou que

(1) Voir notre *Guide pour l'essai des machines*.

redescendant, un contre poids rouvre ce papillon. En avant de ce papillon le conduit de vapeur se divise en deux, pour alimenter les petits cylindres de chaque machine. La vapeur passe par la boîte à papillon B réglé par le régulateur et le tuyau C. L'enveloppe du petit cylindre ne reçoit la vapeur que par le petit robinet D vu dans le plan.

En sortant du petit cylindre la vapeur passe au réservoir, puis dans la boîte et l'enveloppe du grand cylindre. Les eaux de condensation du réservoir, de la boîte et de l'enveloppe du grand cylindre sont recueillies dans un purgeur automatique G. L'échappement du grand cylindre a lieu à l'avant.

Mais si la machine reste un certain temps au repos, la vapeur du réservoir intermédiaire se condensera et produira un vide partiel qui deviendra un obstacle à la mise en marche automatique dès que la vapeur sera admise au petit cylindre.

Pour que la mise en marche ait lieu sans hésitation, il faut donc entretenir dans le réservoir une pression minimum constante ; voici comment ce résultat est obtenu.

Sur le conduit de vapeur venant des chaudières et avant le papillon A, on a établi une tubulure *a* qui fournit de la vapeur directe aux grands cylindres. La vapeur de la tubulure *a* arrive sur la soupape *b*, détaillée planche XII, qui n'est ouverte que lorsque le régulateur est au bas de sa course et qui se ferme au moyen d'un contre poids dès que le régulateur a atteint sa vitesse normale. De cett soupape *b* la vapeur arrive par le conduit *c* dans le petit détenteur de vapeur situé sur le grand cylindre (planche XI.) La vapeur directe arrive par le conduit *c* entre les deux soupapes solidaires, et comme elle agit sur deux surfaces de 46 millimètres de diamètre, elle n'a aucune action sur cette soupape double qui reste fermée. Les surfaces extérieures des soupapes communiquent au réservoir intermédiaire par le conduit *d*, et comme ces surfaces ont l'une inférieure 42 millim. et l'autre supérieure 50 millimètre de diamètre, il en résulte que la moindre pression au réservoir intermédiaire tiendra la soupape double fermée.

Si maintenant on relie la tige de cette soupape double à un ressort enfermé dans la boîte *e* (analogue à ceux des soupapes de sureté) et faisant équilibre à une pression donnée dans le réservoir, on conçoit que dès que la pression dans le réservoir sera inférieure à cette pression donnée la soupape s'ouvrira pour donner passage à de la vapeur directe, puis elle se refermera dès que la pression dans le réservoir *d* aura atteint la limite voulue qui fait équilibre à la tension du ressort. Ainsi en variant la tention du ressort *e* on pourra déterminer à volonté la tension maximum qui se produira automatiquement dans le réservoir, tension qui devra être suffisante pour assurer le départ de la machine dès que le petit cylindre recevra aussi la vapeur directe.

CONDITIONS DE DISTRIBUTIONS AUX DEUX CYLINDRES.

Pour le tracé de l'épure de la distribution Meyer nous renverrons à notre précédent ouvrage.

Pour les deux cylindres, les rayons des excentriques des tuileaux sont perpendiculaires à la direction de la manivelle ; celle-ci étant au point mort, le tiroir de distribution a parcouru 11 millim au petit cylindre et 12 millim. au grand cylindre, de façon à donner une avance à l'admission de 2 millim, pour les deux cylindres.

	Petit cylindre.	Grand cylindre.
Course des tuileaux	100	115
Course des tiroirs	72	84
Limites de l'admission	max. 70 0/0; minim. 45 0/0	max. 70 0/0; minim 45 0/0
Tuyau d'arrivée	d = 75; section 1/22	d = 100; section 1/36,7
Orifices d'admission	130/25; d° 1/30	320/30; d° 1/30
d° d'échappement	130/30; d° 1/25	320/35; d° 1/25,7
Tuyau d'échappement	d = 100; d° 1/12,5	d = 150 d° 1/16,4
Avance à l'échappement	avant 7,5; arrière 10	avant 8,5; arrière 11
Recouvrement extérieur	9	10
d° intérieur	avant 3,5; arrière 1	avant 3,5; arrière 1
	Rapport en centièmes aux volumes utiles des cylindres.	
Compression avant et arrière	avant et arrière 3,5 0/0	3 0/0
Echappement anticipé	avant 1,33; arrière 1,66	avant 1,25; arrière 1,5
Espace mort	avant 2,65; arrière 3,25	avant 2,6; arrière 2,58
Dist. intér. des tuileaux	adm.max.609; minim.64,5	max. 545; minim 585
Déplacement des tuileaux déterminant. Le rapport des pas de vis des tiges	avant 14; arrière 18	avant 16; arrière 21

DISPOSITION POUR MACHINES COMPOUND (Breveté S. G. D. G.)

Par M. A. Mallet.

Nous croyons intéressant, pour compléter ce que nous venons de dire au sujet de la mise en marche des machines Compound, de faire connaître la disposition due à notre collègue et camarade M. A. Mallet, en reproduisant textuellement la description qu'il nous en a donnée.

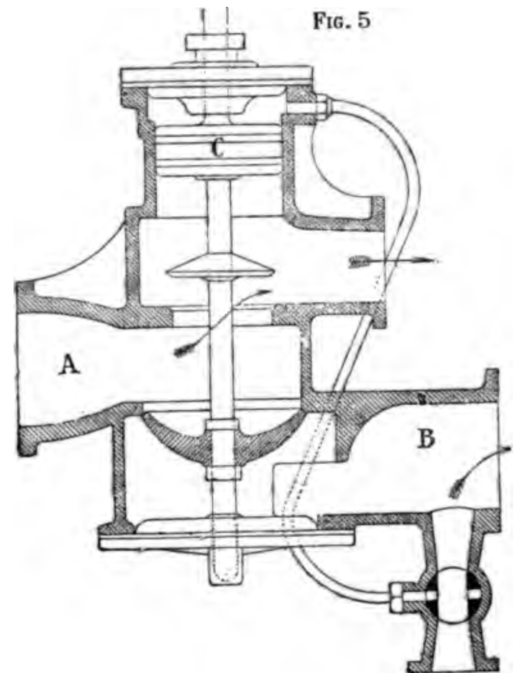


Fig. 5

« Le tuyau d'échappement du petit cylindre aboutit à une boîte à clapets A contenant une soupape qui ouvre ou ferme le passage de la vapeur venant du petit cylindre au réservoir intermédiaire B aboutissant au grand cylindre.

Ce clapet est relié par sa tige à un clapet plus petit équilibré par un piston C, de telle sorte que lorsque le grand clapet repose sur son siège, le petit ouvre le passage de la vapeur qui sort du petit cylindre vers l'extérieur par un conduit spécial.

Il résulte de cet arrangement que la vapeur qui sort du petit cylindre sera dirigée, soit au dehors, soit au grand cylindre, et, par suite, que la machine fonctionnera comme machine ordinaire ou comme machine Compound selon que le grand clapet reposera ou non sur son siège.

Or pour le faire reposer sur son siège, il suffit de faire régner au réservoir intermédiaire une pression supérieure à la pression de l'échappement du petit cylindre,

c'est-à-dire d'avoir une communication directe entre la chaudière et le réservoir intermédiaire.

Pour permettre d'appliquer le système Compound à des machines pour les-lesquelles le départ énergique et sans hésitation est commandé, sans que le mécanicien ait a opérer des manœuvres spéciales : Machines d'extraction, Grues à vapeur ; etc., on peut faire commander l'ouverture de la communication entre la chaudière et le réservoir intermédiaire par un régulateur de vitesse, (que cet appareil soit établi spécialement dans ce but, ou que ce soit le régulateur même de la machine) de telle sorte que lorsque la machine est arrêtée, la communication en question soit ouverte et qu'elle se ferme dès que la machine a pris son mouvement.

Le régulateur peut être disposé de deux manières : On peut n'employer le fonctionnement à vapeur directe que pour la mise en train de la machine, c'est-à-dire que dès que la machine tourne et que les boules du régulateur s'écartent la communication entre le réservoir intermédiaire et la chaudière se ferme. Ou bien on peut disposer le régulateur de manière que la communication ne se ferme que lorsque les boules occupent une certaine position correspondant à une vitesse donnée. Ce cas est applicable à certains appareils devant supporter des résistances variables : par exemple des dragues ou excavateurs ou des locomotives de tramways. On conçoit qu'il peut être utile de permettre à la machine de donner un coup de collier en présence d'une résistance momentanée qui donne lieu à un ralentissement de la vitesse. Dès l'obstacle franchi, la machine reprend sa vitesse normale, le régulateur fermant l'admission directe de la vapeur et le fonctionnement Compound étant rétabli.

Il est facile de voir que la réouverture du grand clapet est due à la fois à la dépression qui se produit au réservoir intermédiaire par la fermeture de l'admission directe de la vapeur pendant le mouvement de la machine et par la pression de l'échappement du petit cylindre qui augmente avec l'accélération de la machine et qui réagit sur le grand clapet pour aider à son ouverture. On peut aider encore à cette ouverture rapide par divers arrangements de détail réalisés sur de grandes locomotives Compound construite récemment par M. A. Mallet. »

MACHINE COMPOUND ÉLÉVATOIRE (Planche XIV).

Les deux vues d'ensemble (fig. 1-2) donnent les dispositions de la machine installée à Mâcon par la maison Croset-Fourneyron.

Elle se compose de trois cylindres à vapeur verticaux, dont les pistons, accouplés à 120°, conduisent directement les trois pistons à eau fonctionnant dans leurs larges corps de pompes successifs et étagés.

Le principe de cette disposition est revendiqué par M. Prunier, mais les détails d'exécution sont de M. Bonjour.

Les coupes que nous donnons (fig. 3-4-5) des cylindres à vapeur ont été dessinées d'après des indications officieuses ; elles ne sont donc qu'un mode de construction possible. La vapeur arrivant par le tuyau A dans un conduit inférieur B, vient envelopper chacun des petits cylindres extrêmes. La distribution est supposée du système Farcot, réglée par un régulateur ; mais nous n'avons pas dessiné les tuileaux placés sur le tiroir. La vapeur, en sortant des petits cylindres où elle a déjà subi une

certaine détente, passe dans le réservoir intermédiaire C, C, d'où elle est distribuée au grand cylindre par un tiroir simple commandé par un double levier horizontal articulé sur la glissière et conduit par deux excentriques, comme on le voit sur l'élévation.

La construction des pompes est détaillée (fig. 6). La pompe à air (fig. 7) a été retournée bout par bout pour utiliser l'espace. Les pistons à eau sont formés d'un tube à extrémités arrondies, guidé dans une douille sans garniture, située au centre du disque qui porte les clapets. Il n'y a donc que trois disques à clapets, sans compter le clapet de pied. Ces clapets multiples sont formés de cônes en caoutchouc, un tube également en caoutchouc faisant ressort assure la prompte fermeture. Ces dispositions et les larges capacités des corps de pompes permettent de faire fonctionner ces pompes à une grande vitesse, 80 tours environ, et par suite de réduire l'importance du réservoir d'air placé habituellement sur le refoulement des pompes. Les pompes de Mâcon sont munies de clapets plats étagés.

MACHINE A TRIPLE EXPANSION DE 120 Chx (Planche XV).

de M. W. Theiss.

Nous avons dit dans notre ouvrage : *Les machines à vapeur actuelles*, quels sont les avantages du fonctionnement Compound. Ces avantages sont surtout importants pour les puissantes machines marines. Mais en présence de l'accroissement constant de la puissance de ces machines on n'a cessé de rechercher l'économie de combustible. La construction actuelle des chaudières en tôles d'acier doux ou fer fondu homogène rivées à la presse hydraulique a permis de rechercher cette économie dans l'élévation de la pression initiale de la vapeur qui a été portée jusqu'à 10 et 12 kilog. Mais alors pour accroître le degré de détente avec des organes distributeurs simples on a été conduit à produire la détente dans trois cylindres successifs. Enfin, en faisant agir chaque piston sur des manivelles calées à 120°, on a obtenu du même coup un mouvement de rotation plus régulier, un effort tangentiel moyen plus faible qu'avec la machine à deux cylindres de même puissance. Ce résultat se démontre par une simple épure de cinématique.

Tels sont les avantages que présente la triple expansion, qui tend à se généraliser pour les machines de bateaux, en attendant que ceux de la quadruple expansion soient établis.

Ce sont ces avantages que M. W. Theiss a voulu réaliser pour une machine fixe de 120 chevaux devant activer un moulin, que nous donnons planche XV d'après la *Revue des ingénieurs allemands* (1). Les trois cylindres indépendants sont fixés par leur bride d'avant à un même bâti portant les glissières cylindriques.

Les pistons sont reliés à des manivelles à 120°, leur course est de 0m,500 et le nombre de tours de 75 ; par suite, la vitesse linéaire des pistons est de 1m,250.

La distribution du petit cylindre se fait par un tiroir ordinaire et la détente est déterminée aux deux bouts du cylindre par une soupape équilibrée, à double siège ou cylindrique, placée sur le couvercle de la boite et mue par une came qui fait deux tours pour un tour du volant.

(1) Zeitschrift des Vereines deutscher ingenieure, 1888.

Cette came pouvant glisser sur son axe par l'action du régulateur peut faire varier l'introduction de 0,35 à 0,6 ; elle est constamment graissée par un lécheur et agit sur un doigt inférieur garni en bois dur, pour soulever la soupape ; cette garniture évite le bruit, elle dure assez longtemps et son remplacement est facile même en marche.

La distribution au second cylindre se fait au moyen d'un tiroir Trick, enfin celle du grand cylindre a lieu au moyen d'un tiroir Trick ; présentant aussi un double conduit à l'échappement.

Le cylindre à haute pression, son piston et sa boite à vapeur sont en fonte contenant 3 °/₀ d'étain, ce qui la rend ductile, résistante à l'usure et susceptible d'un beau poli. Les presse-étoupes sont à garniture métallique avec un peu d'amiante à l'extérieur. Le piston à haute pression est aussi composé, outre ses anneaux à cinq ressorts, d'une garniture d'amiante que l'on peut serrer à volonté. Le volant comporte une gorge garnie en bois dur, qui reçoit cinq câbles en acier.

La chaudière timbrée à 10 kilog. est à foyer intérieur en tôle ondulée du système Fox. La surface de chauffe est de 35 m. c. ; celle de la grille est de $1^{m},80$; enfin, les rivures des tôles sont à trois rangs de rivets (1).

CALCUL DES DIAMÈTRES DES PISTONS (2)

Nous admettons que la pression initiale de la vapeur arrivant dans le petit cylindre est de 10 kilog. et, pour tenir compte des chutes de pression qui ont lieu par le passage de la vapeur d'un cylindre à l'autre, nous ne compterons que sur une détente totale égale à 10.

Le travail moteur total T_m de 1 m. c. de vapeur dépensé par seconde est donné en kilogrammètres par la relation

$$T_m = 10.000\left[P\left(1 + \text{log. hyp. } \frac{V}{V_0}\right) P' \frac{V}{V_0}\right]$$

P est la pression initiale = 10 k.

$V : V_0$ est le rapport des volumes ou la détente = 10.

Le log. hyp. de 10 est 2,3.

P' est la pression à l'échappement, soit 0 k. 15 pour condensation.

Remplaçant et affectant le tout d'un coefficient de rendement égal à 0,8 on a :

$$T_m = 0,8 \times 10.000\ [10\ (1+2,3) - 0,15 \times 10] = 252.000 \text{ k.g.m.}$$

Tel est en kilogrammètres le travail réel de un mètre cube de vapeur à 10 k. dépensé par seconde. La machine que nous voulons calculer doit développer 120 chevaux ou 120 × 75 = 9.000 k.g.m. Le volume V_0 de vapeur à dépenser par seconde est donc :

$$V_0 = \frac{9000}{252000} = 0^{mc},0357$$

(1) Nous donnons dans notre *Manuel des constructions métalliques et mécaniques* les conditions de résistances des rivures de tous genres et pour tous les cas.

(2) Les formules dont nous nous servons ici ont été établies dans notre traité : *Les machines à vapeur actuelles.*

Or, la section du piston du diamètre D étant égale à 0,785 D^2 ; la vitesse ou chemin parcouru par seconde, par ce piston, étant $v = 1^m25$; et enfin, si nous voulons que la puissance normale de 120 chevaux corresponde seulement à une admission pendant les 0,4 de la course, le volume de 0,0357 sera celui de l'introduction et on aura :

$$0,0357 = 0,4 \times 0,785\ D^2 \times 1,25 = 0,3927\ D^2$$

$$D^2 = \frac{0,0357}{0,3927} = 0,09 \quad \text{et} \quad D = 0^m,300$$

C'est exactement le diamètre adopté par le constructeur. Maintenant passons aux cylindres auxiliaires ou de détente. Le diamètre du cylindre intermédiaire importe peu, au point de vue du travail total. Celui du grand cylindre se déduirait de la valeur donnée de la détente totale. Mais au point de vue de la régularité du mouvement de rotation de l'arbre et afin d'obtenir l'effort minimum sur chaque piston, il est préférable de déterminer les diamètres en vue d'obtenir un même travail sur chaque piston.

La détente étant fixe dans les deux cylindres auxiliaires, il est évident que cette égalité de travail sur les pistons ne peut subsister que pour une détente donnée au petit cylindre.

Nous établirons cette égalité pour l'introduction moyenne des 0,5 de la course du petit piston, ou une détente égale à 2 et nous admettons que les tiroirs des autres cylindres sont aussi réglés pour produire dans chacun d'eux la même détente 2. C'est donc pour une même détente que les travaux sur les pistons sont égaux.

Pour obtenir ce résultat, il suffira de connaître la pression moyenne sur chaque piston et de faire leurs sections inversement proportionnelles à la pression moyenne, alors la pression totale sur chaque piston sera la même et puisque la vitesse est la même les travaux développés seront aussi égaux.

Nous avons établi au chapitre VI de notre traité : « les Machines à vapeur actuelles » la relation qui donne pour chaque degré de détente et en tenant compte de l'espace nuisible, la pression moyenne p en fonction de la pression P à l'admission ; on a $p = K\ P$. Or, puisque ici la détente est la même dans chaque cylindre, si on admet aussi comme une évaluation suffisante pour la pratique que le rapport des espaces nuisibles au volume total est le même dans chaque cylindre, le coefficient K sera constant et par conséquent il suffit de faire les sections des pistons inversement proportionnelles aux pressions qui subsistent à l'admission dans chacun d'eux.

Cette pression à l'admission n'est constante que pour le petit cylindre qui reçoit la vapeur de la chaudière ; pour les cylindres auxiliaires elle est variable, puisque la vapeur comprise entre deux pistons occupe des volumes variables, nous devrons donc évaluer la pression moyenne à l'admission dans un cylindre d'après la pression normale d'échappement du cylindre précédent.

Diamètre D_1 du cylindre moyen. — La pression à l'admission au petit cylindre étant 10 k. et la détente = 2, la pression à l'échappement sera 5 k. Mais pour avoir la presssion moyenne réelle à l'admission dans le cylindre moyen il faut tenir compte de la chute de pression qui a lieu d'un cylindre à l'autre, comme dans toutes les machines à deux cylindres. Les diagrammes seuls peuvent dire quelle est dans une machine

cette chute de pression. Nous l'évaluons ici à 0 k. 25, la pression à l'admission au cylindre moyen est donc $P_1 = 5$ k. — 0,25 = 4 k. 75. On a donc d'après ce qui précède :

$$D^2_1 : D^2 : : 10 : 4,75 \quad \text{d'où} \quad D_1 = D\sqrt{\frac{10}{4,75}} = 0,3 \times 1,45 = 0^m,435$$

Tel serait le diamètre normal du cylindre moyen. Mais il faut observer ici que ce cylindre conduit la pompe à air ; or, si nous évaluons le travail de cette pompe à 8 chevaux environ, le travail moyen par cylindre étant de 40 chevaux il faut donc augmenter la section de ce piston moyen de 1/5 environ.

Le diamètre de 435 correspond à une section =	148.617
Ajoutant 1/5 en plus........................	29.725
On a la section totale à adopter. =	178.542

Cette section correspond à un diamètre D_1 = 477 millimètres. Le constructeur a adopté D = 480 m. On voit par là que nos calculs concordent bien avec ceux qu'a pu faire le constructeur.

Diamètre D_2 du grand cylindre. — La pression moyenne d'admission au cylindre moyen étant 4 k. 75 et la détente = 2, la pression à l'échappement est donc 2 k. 375. La chute de pression ou de température sera plus grande entre ces cylindres qu'entre les précédents, puisque le grand cylindre communique au condenseur, nous ferons cette chute de pression égale à 0 k. 275, il nous reste alors pour la pression moyenne à l'admission $P_2 = 2$ k. 1 et par suite le rapport des sections sera :

$$D^2_2 : D^2_1 : : 4,75 : 2,1 \quad \text{d'où} \quad D_2 = D_1\sqrt{\frac{4,75}{2,1}} = 0^m,48 \times 1,5 = 0^m,720$$

Le constructeur a fait ce grand diamètre = 0m,700.

Consommation. — D'après le calcul des diagrammes et les essais au frein la consommation de combustible en kilogramme ne dépasserait guère en marche 0,720 à 0,800 par cheval indiqué et 0,900 par cheval effectif.

CHAPITRE II

MACHINES A GRANDE VITESSE

La puissance d'une machine, toutes choses égales d'ailleurs, ne dépend que de la section et de la vitesse linéaire du piston. Or si ces deux quantités étant égales dans deux machines, l'une d'elles a une course plus petite que l'autre, elle sera plus petite, plus légère, mais elle fera un plus grand nombre de tours, ce sera une machine à grande vitesse.La limite théorique de cette vitesse est très reculée, étant donnée la vitesse de la vapeur (1) mais pratiquement elle est limitée par les effets de l'inertie et la nécessité d'assurer le graissage.

Nous ne nous occuperons que des machines ne dépassant guère 500 tours par minute, qui sont de beaucoup les plus employées. Les machines construites récemment en vue d'obtenir des vitesses de rotation de 1.000 à 1.500 tours, telles que celles de Parson, Jacomy, etc., constituent autant de types, de construction tout à fait spéciale, que nous n'étudierons pas pour le moment.

Ces machines à grande vitesse, que l'on est parvenu à rendre très pratiques, présentent de grands avantages pour la conduite directe des pompes rotatives, des ventilateurs, etc., etc. Mais c'est surtout pour satisfaire aux besoins des industries électriques et notamment de l'éclairage électrique, pour la commande des dynamos, que leur construction s'est développée.

Dans ces machines à grande vitesse les organes en mouvement doivent être très robustes, de construction simple et aussi bien équilibrés que possible pour éviter les chocs résultant de l'inertie. Les surfaces de frottement doivent être grandes et les moyens de graissage multipliés et continus.

Mais ce sont les organes de régulation et de distribution qui ont toujours présenté le plus de difficultés surtout quand, pour des machines un peu puissantes, on voulait rendre la détente variable par le régulateur. La régularité de marche étant une condition essentielle pour l'éclairage électrique.

L'organe de distribution et de régulation le plus simple était le tiroir à recouvrement, mais pour obtenir une admission variable, il fallait faire varier sa course et alors

---

(1) Vitesse d'écoulement de la vapeur. Tableau XVII (*Les machines à vapeur actuelles*).

pour ne pas trop augmenter l'avance à l'admission il fallait en même temps changer de calage (1.) Le problème a été résolu en rendant l'excentrique mobile par l'action directe d'un puissant régulateur placé sur l'arbre même, tournant à la vitesse de la machine, et muni de ressorts de rappel.

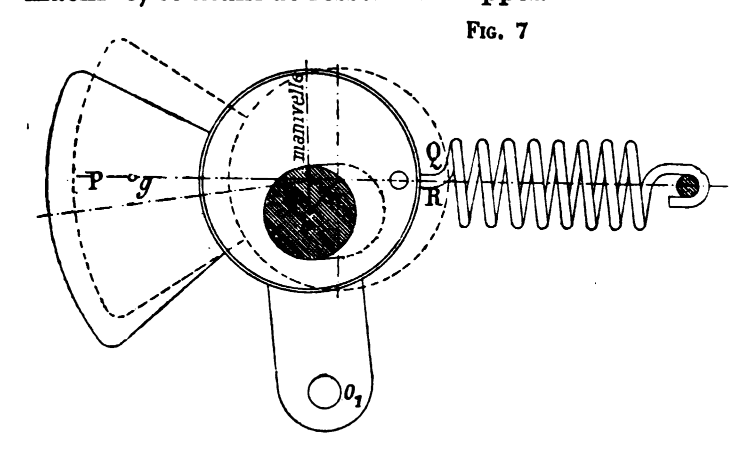


Fig. 7

La première machine établie sur ce principe a été construite en Angleterre par Turner et à l'Exposition de Philadelphie, en 1876, les Américains en présentèrent plusieurs modèles; cependant nos publications techniques de cette époque en ont peu fait mention.

A l'Exposition de Paris, en 1878, nous n'avons remarqué aucune machine de ce genre. Depuis cette époque on a importé en France divers types de ces machines et aujourd'hui nos constructeurs sont sérieusement entrés dans cette voie.

On conçoit qu'un tel système sera d'autant plus facile à établir que la résistance R du déplacement du tiroir sera moindre. Aussi a-t-on adopté, presque généralement, pour ces machines, le tiroir cylindrique qui est toujours équilibré.

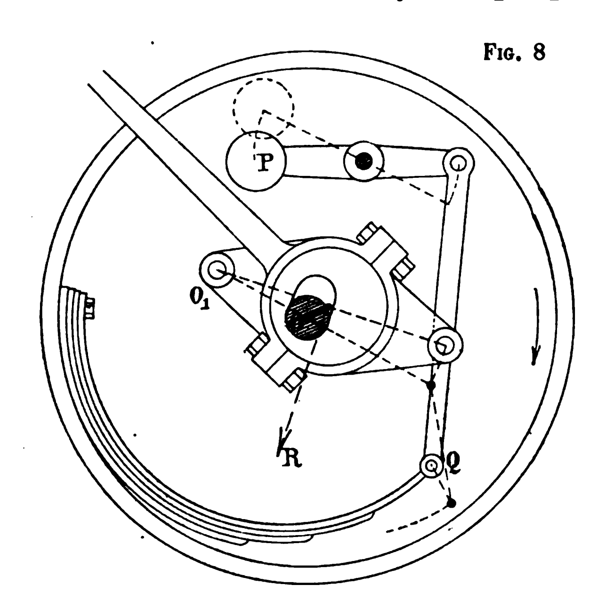


Fig. 8

Disposition simple. — La figure 7 indique une disposition simple qui peut suffire pour de très petits moteurs : L'excentrique est fondu avec une queue articulée en O_1, et avec une masse P; le ressort de rappel Q est précisément opposé à cette masse. Le rayon d'excentricité r qui existe quand la machine est au repos, diminue à mesure que la vitesse de rotation augmente et devient r_1 pour la vitesse maximum. Si r_1 était égal au recouvrement extérieur du tiroir, l'admission serait nulle; on fait habituellement $r_1 =$ le recouvrement plus l'avance à l'introduction, de cette façon, dans le cas ou la machine marche à vide, le volume de vapeur admis à chaque coup de piston est sensiblement celui de l'espace mort.

Pour que le déplacement de l'excentrique ait lieu sous une accélération de la vitesse de rotation, il faut évidemment que le moment de la force centrifuge agissant

(1) *Les Machines à vapeur actuelles.* Tracé des diagrammes de distribution,

suivant og et pris autour de O_1 soit supérieur aux moments de la tension Q du ressort et de la résistance R du tiroir, pris autour du même axe O et avec un bras de levier égal à $O_1O + r_1$.

De même pour que sous un ralentissement de la vitesse de rotation le ressort puisse ramener l'excentrique à sa position primitive il faut que le moment autour de O_1 de la tension Q du ressort soit supérieure au moment de la résistance R que le tiroir présente pour être placé. Ainsi la plus petite valeur théorique du moment de la force centrifuge doit être double du moment de la tension Q du ressort.

Un tel système sera d'autant plus facile à établir que le tiroir sera mieux équilibré.

Autre disposition. — La figure 8 indique une disposition employée par M. Swett et qui permet de donner au régulateur toute la puissance désirable. A cet effet la masse P est placée sur un levier articulé sur un bras du volant poulie. Plus la distance de la masse P à l'axe est grande, plus la force centrifuge sera puissante. On voit sur la figure comment le levier du poids P est relié au plateau articulé en O_1 qui porte l'excentrique. Le ressort de rappel est formé de lames boulonnées à l'intérieur de la couronne de la poulie.

MACHINE BUCKEYE ET Cie A SALEM (États-Unis)

(Planche XVI.)

Nous empruntons les croquis de cette machine et de celle qui suit, au rapport de la commission autrichienne sur l'Exposition de Philadelphie, rédigé par Radinger (Vienne 1878) ; cette machine n'est pas à proprement dit, à grande vitesse, nous l'avons classée ici à cause de la disposition de son régulateur.

La distribution a lieu au moyen de deux tiroirs (fig. 2.) Le tiroir principal est conduit par l'excentrique calé sur l'arbre près du palier; sa course est donc constante, ainsi que l'avance à l'admission. Cette commande a lieu par l'intermédiaire d'un levier vertical (fig. 6 à 8.). Ce tiroir est équilibré, il forme une sorte de boîte dont le couvercle est percé de deux orifices circulaires, munis d'une garniture étanche à ressort, et dont la construction est détaillée sur la figure 3, qui se rapporte à un tiroir simple. Cette garniture fait joint sur la face dressée du couvercle de la boîte à vapeur. Maintenant le conduit d'arrivée communiquant avec l'un de ces orifices circulaires, la vapeur pénétrera dans l'intérieur de ce tiroir et de là au cylindre ; la pression nécessaire pour assurer l'étanchéité du tiroir sur la glace, résulte de la différence des sections entre les orifices circulaires et ceux d'introduction. La vapeur d'échappement circule à l'extérieur de ce tiroir.

Le second tiroir qui produit la détente variable est situé dans le premier, sa tige passe dans la tige creuse du tiroir principal et il est commandé par un excentrique mobile sous l'action du régulateur et par l'intermédiaire d'un levier articulé sur le même levier vertical qui commande le tiroir principal (fig. 6 à 8.) Il résulte évidemment de cette disposition très ingénieuse que l'excentrique fixe communique aux deux tiroirs un mouvement dans le même sens, tandis que l'excentrique mobile communique au second tiroir un mouvement relatif qui, en se produisant en sens inverse du premier, détermine la fermeture rapide des orifices d'admission, qui a lieu plus ou moins tôt suivant

la position de l'excentrique mobile. Ce mouvement différentiel s'explique facilement par la figure 6 : le plus grand excentrique est celui du tiroir principal et le plus petit celui du tiroir de détente.

Quant à la construction du régulateur, monté dans une petite poulie en deux pièces, elle se voit bien sur les figures 1 et 2 ; la rotation de l'excentrique mobile autour de l'arbre change l'angle de calage sans changer la course, comme cela a lieu dans les systèmes suivants :

Détails des machines Buckeye. — La figure 3 est le détail du tiroir équilibré simple dont nous avons déjà parlé. La figure 4 est à, l'échelle de 1/7, le détail d'un palier de l'arbre du volant. La figure 5 se rapporte au robinet de prise de vapeur système Wilson-Hahn adopté sur ces machines. Ce robinet est formé de deux disques obturateurs emmanchés chacun par un tourillon central sur deux biellettes articulées en deux points différents d'un même levier reposant l'une sur l'autre par une face ou plan incliné. Le levier imprime à ces biellettes un déplacement différent qui produit, par suite du plan incliné, le serrage des disques sur les orifices du conduit, ou le desserrage puis l'éloignement des disques, suivant le sens du mouvement imprimé au levier.

Voici quelques dimensions de cette machine développant 106 chevaux à la pression de 5,75 atm. et à la détente = 5.

Diamètre du cylindre....	406	Tours par minute......	95	Tuyau d'arrivée.............	127
Course.................	813	Vitesse du piston.......	2m,5	d° d'échappement.......	178

MACHINE DE LA COMPAGNIE HOADLEY A LAWRENCE. E.U.

(Planche XVI.)

Les dispositions d'ensemble se voient bien dans les figures 1 et 2. Chaque bras de la manivelle est enveloppé d'un disque muni d'un contrepoids dont l'inertie fait équilibre à l'inertie des autres pièces en mouvement.

La construction du régulateur et de l'excentrique est indiquée figures 2 et 3, on voit figure 2 que l'excentrique porte une partie qui coulisse dans le moyeu même de la poulie volant, il est lié (fig.3) à l'un des sommets d'un parallélogramme formé de 4 bielles.

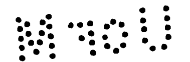
Les extrémités de ces 4 bielles sont articulées à deux masses guidées par des tiges cylindriques vissées dans le moyeu du volant ; ces masses sont constamment tenues rapprochées par les ressorts à lames, elles portent des tiges taraudées, perpendiculaires aux tiges-guides, sur lesquelles on fixe le nombre de masses additionnelles voulues pour donner à la force centrifuge la puissance voulue. On voit que si les ressorts s'ouvrent, l'articulation de la coulisse se rapproche du centre et l'excentricité diminue et inversement.

La figure 4 indique la construction des paliers, le coussinet est coupé à 45°, une moitié tient au bâti, l'autre au chapeau ; le rattrapage du jeu se fait à l'aide des vis du chapeau et d'une forte vis horizontale.

La figure 5 indique la construction de la distribution au moyen du tiroir cylindrique ; le tout est rapporté sur le cylindre par des vis.

Les figures 2 et 6 indiquent la construction du coulisseau et des glissières.

Enfin, le dernier point à signaler c'est la forme du bâti, sphérique à l'avant, fixé



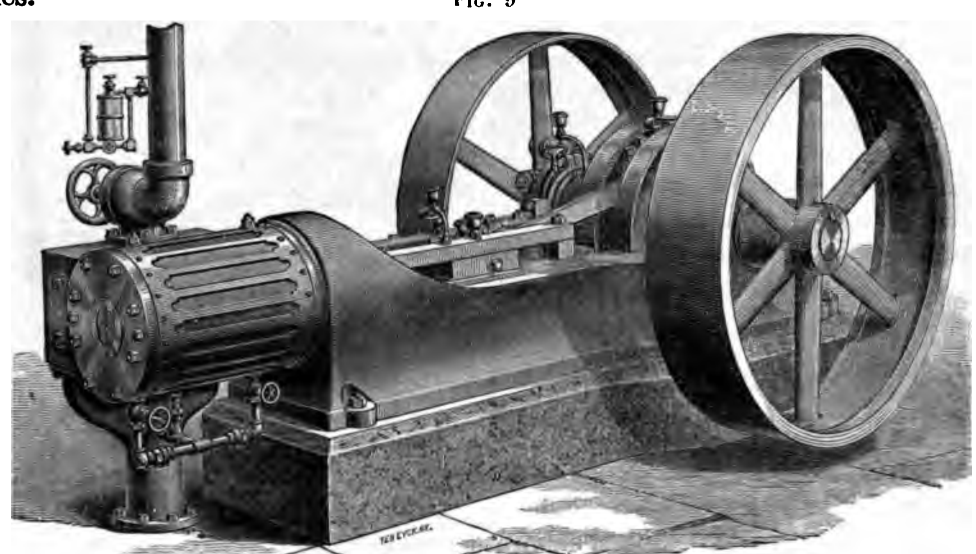
sur son support par un seul boulon central. En faisant faire 1/4 de tour à ce bâti, on a une machine du type pilon occupant moins de place.

MACHINE ARMINGTON ET SIMS, A PROVIDENCE (États-Unis)

Construite par Thomas Powell, à Rouen.

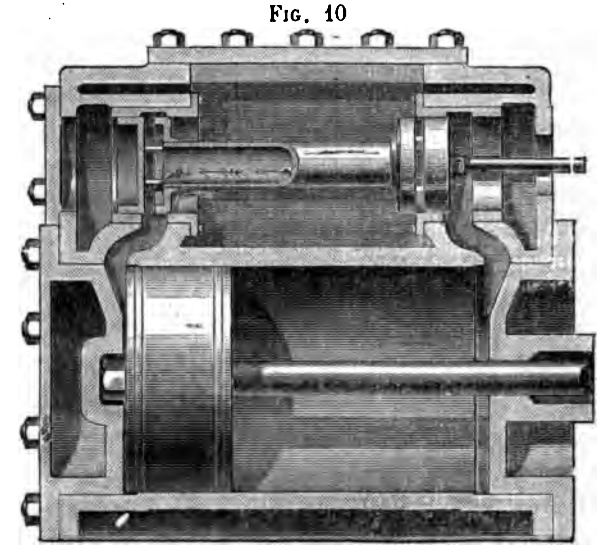
Cette machine (fig. 9), très répandue en Amérique, a été introduite en France par M. Thomas Powell, de Rouen, qui en est le constructeur privilégié pour la France et ses colonies.

Fig. 9



La fig. 10 donne la construction du tiroir cylindrique, basée sur le principe de Trick. Chaque petit piston qui compose ce tiroir comporte un orifice annulaire et ces deux orifices communiquent entre eux par la tige creuse. Dans la position actuelle, le tiroir se déplaçant à gauche de 1 $^m/_m$. ouvrira en réalité deux sections annulaires de 1 $^m/_m$ de hauteur chacune.

Fig. 10



Régulateur. Il est représenté fig. 11 et 12 et même pl. XIX. Dans la fiig. 11, les masses mobiles 1-1, sollicitées par les ressorts et articulées à l'un des bras du volant, occupent la position correspondant à la vitesse minimum ; dans la figure 12 elles occupent la position correspondant à la vitesse maximum. Ces masses 1-1 sont reliées par les bielles 2-2 à l'excentrique intérieur C dont le centre est en *a*, tandis que l'excentrique extérieur D, dont le centre est en *b*, est relié à l'une des masses par la bielle 3.

Il résulte de cette disposition que lorsque les masses s'éloignent de l'axe par l'effet de la force centrifuge, elles impriment aux excentriques un mouvement de rotation inverse tel, que le rayon d'excentricité B. (fig. 11), ou *ob* pl. XIX, devient dans le cas de la vitesse maximum A (fig. 12), ou *ob'* pl. XIX.

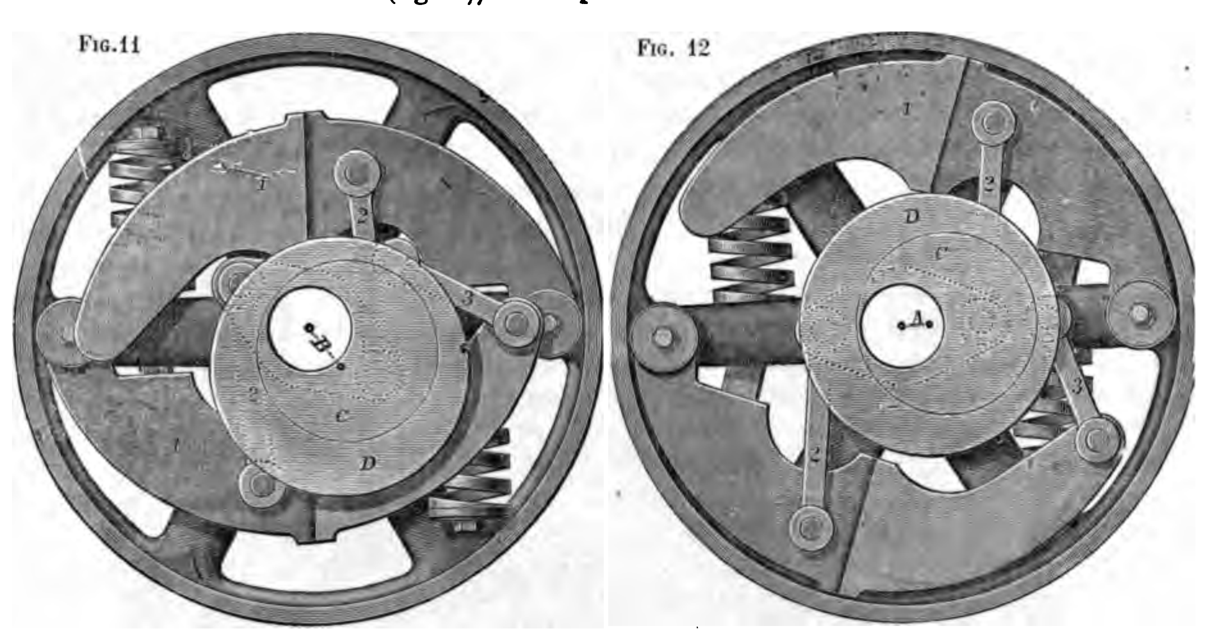


FIG. 11 FIG. 12

Ces machines se construisent à deux volants comme figure 9 ou à un seul volant pour les machines plus puissantes, suivant les conditions ci-après. La force en chevaux indiquée reste sensiblement proportionnelle à la vitesse.

Machines à deux disques.

PISTON.			Tours par minute.	VOLANT.		FORCE en CHEVAUX A LA PRESSION.		EMPLACEMENT.		POIDS.
Diam.	Course.	Vitesse.		Diam.	Larg.	4 k. 5	6 k.	Longueur.	Largeur.	
100	150	2	400	0,61	90	4,45	6,15	1,32	0,685	470
125	180	2,01	350	0,76	114	7,30	10	1,68	0,76	680
165	200	2,33	350	0,84	140	14,01	14,01	1,82	0,94	950
190	230	2,49	325	0,91	150	20	27	2,13	1	1.320
215	255	2,55	300	1,20	215	26	36	2,35	1,22	1.680
240	310	2,84	275	»	267	36	50	2,80	1,38	2.250
267	»	»	»	»	270	45	62	»	1,45	2.500
305	»	»	»	»	»	58	80	»	1,52	3.000
330	»	»	»	»	»	69	95	»	»	3.050
Machines à un seul disque.										
320	510	3	180	1,84	380	69	96	4,12	2,40	5.450
345	»	»	»	»	»	81	111	»	»	6.050
378	610	3,05	150	2	510	92	127	4,72	2,68	8.200
395	»	»	»	»	»	105	145	»	»	8.700
420	»	»	»	2,55	610	119	164	5	2,95	9.100
445	»	»	»	»	»	134	184	»	»	9.100
470	765	3,06	120	2,75	765	150	207	6	3,20	14 500
515	»	»	»	»	»	176	222	»	»	18.000

MACHINE DÖRFEL. — RÉGULATEUR PROELL

(Planche XVII).

Nous empruntons le dessin de cette machine à la *Revue des ingénieurs allemands* (1). Elle présente quelques analogies avec les machines américaines dont elle dérive, mais elle en diffère par le tiroir de distribution qui tient du tiroir Corliss ; et du tiroir plan dont il a l'étanchéïté et comme lui règle l'admission et l'échappement. Il est mu comme dans les machines précédentes par un excentrique dont l'angle d'avance varie avec le rayon d'excentricité sous l'action du régulateur placé dans le volant. Ce tiroir comporte un canal transversal suivant le système Trick, ce qui donne de grandes sections de passage même pour de faibles admissions.

L'axe A (fig. 3) qui conduit ce tiroir circulaire, tout en le laissant libre de reposer sur sa glace, se prolonge d'un côté et traverse un presse-étoupes, tandis que l'autre extrémité reçoit la manivelle B sur laquelle s'attache la barre d'excentrique.

L'arbre coudé du volant a de longues portées, chaque bras du coude est garni d'un disque contrepoids. Les coussinets sont en fonte garnis d'un alliage. La construction des paliers, analogue à ceux de la machine Hoadley, se voit bien dans les figures 1, 2 et 5. Les coussinets sont coupés obliquement, la moitié inférieure reste dans le corps du palier, l'autre moitié dans le couvercle ; les vis *c*, *g* et V permettent de rattraper l'usure. La tête du piston porte des coulisseaux plats afin d'être aussi légère que possible ; elle est en acier fondu et le tourillon de la bielle y est rapporté.

La construction du bâti et des glissières est indiquée par la fig. 4.

Régulateur Proell. — Le régulateur, monté dans le volant, se compose (fig. 7) de deux pendules A munis des poids P, dont les petits bras B agissent aux extrémités d'un ressort en hélice C enfermé dans un tube et dont l'axe passe toujours par le centre de l'arbre. Les axes de ces pendules portent, de l'autre côté des bras du volant, des leviers D reliés en *m. m.* (fig. 6) à l'excentrique mobile E par de petites bielles.

La tige placée dans l'axe du ressort se termine par des écrous qui permettent d'en régler la tension. Ce ressort est formé d'un fil d'acier à section rectangulaire, enroulé sous un pas assez petit pour que, en cas de rupture, ses spires ne s'engagent pas les unes dans les autres et qu'il puisse continuer à agir.

De petits pendules auxiliaires Q permettent de faire varier le degré d'astaticité. En rapprochant les poids Q du centre, on augmente la stabilité et inversement.

Les poids P pèsent 5 k. 25 et le calcul donne : 1° pour l'effort que peut produire ce régulateur 870 kilog. ; 2° pour les résistances à vaincre (frottement de l'excentrique et du tiroir), 820 kilog.

L'excentrique E (fig. 6) est ajusté sur un excentrique e, fait d'une même pièce ou rapporté sur l'arbre moteur.

---

(1) Zeitschrift des vereines deutscher ingenieure.

Le rayon de cet excentrique fixe étant r_0 et r_1 celui de l'excentrique mobile, r sera l'excentricité variable. Le centre o_1 de l'excentrique mobile décrit un arc de cercle autour du centre o de l'excentrique fixe; on a donc, par le déplacement de l'excentrique, une variation de l'excentricité r et de l'angle de calage.

Dans les machines de ce système Dörfel que construit l'ancienne Société Danèk et C[ie] à Carolinenthal près Prague, le régulateur est disposé comme le représentent les figures 8 et 9. L'excentrique fixe est formé par le moyeu de la petite poulie dans laquelle le régulateur est monté. Le ressort travaille par extension, ce qui dispense de l'enfermer dans un tube, mais par contre en cas de rupture il ne peut plus fonctionner comme le précédent.

Par la disposition des conduits sous le cylindre, la purge est automatique, néanmoins, on place deux purgeurs qui servent au moment de la mise en marche.

Le tiroir se maintient bien étanche, il peut être placé dans une douille facile à remplacer et qui permet de bien faire accorder les orifices.

Le graissage des pièces mobiles, bouton de la bielle et excentrique, se fait par l'action de la force centrifuge, au moyen des réservoirs annulaires ménagés dans les disques de la manivelle et de l'excentrique.

Enfin, on peut accoupler deux machines pour obtenir le fonctionnement Compound. La machine dessinée ici, force 25 chevaux, revient à 3.125 fr. (2.500 marks), elle pèse 2.400 kilog. et occupe en longueur $2^m,15$, en largeur, $1^m,45$ et en hauteur $1^m,20$, y compris un socle de $0^m,25$ de haut.

MACHINES PILON DE LECOUTEUX ET GARNIER

(Planches XVI et XVIII).

Ces machines, bien étudiées et bien construites, présentent une grande stabilité et occupent le plus petit espace possible; ce qui, dans bien des cas, est une considération importante.

La planche XVIII donne la construction complète de la machine n° 2 montée sur le socle qui porte la dynamo. On voit que les tourillons de l'arbre sont gros et longs. On a ainsi de larges surfaces frottantes qui assurent un bon graissage. La construction des plateaux-manivelle, du cylindre et du tiroir cylindrique nous est déjà connue.

Le régulateur se compose (fig. 2) d'une masse mobile unique placée dans l'intérieur d'un ressort à pincette et reliée à un plateau à coulisse qui porte l'excentrique. La coulisse est pratiquée dans le moyeu même du volant.

Sous l'action de la force centrifuge, la masse mobile s'éloigne de l'axe en comprimant le ressort et déplace l'excentrique. Pour éviter les déplacements brusques et les chocs qui en résulteraient, dans le cas d'une mise en train trop rapide ou d'une variation trop grande dans la résistance, le plateau porte-excentrique est relié, du côté opposé au ressort, à un piston modérateur (fig. 3 et 4) fonctionnant dans un cylindre plein d'un liquide, eau ou huile, qui ne peut passer d'une face à l'autre du piston qu'en passant par un orifice dont la section est réglée par une vis.

Au point de vue de l'équilibre autour de l'axe, le poids de ce cylindre modérateur équilibre en partie celui de la masse mobile et du ressort, et cet équilibre est complété par une masse de fonte sur laquelle le cylindre est boulonné.

Ces machines se construisent de 10 à 200 chevaux et leur vitesse varie de 500 à 200 tours.

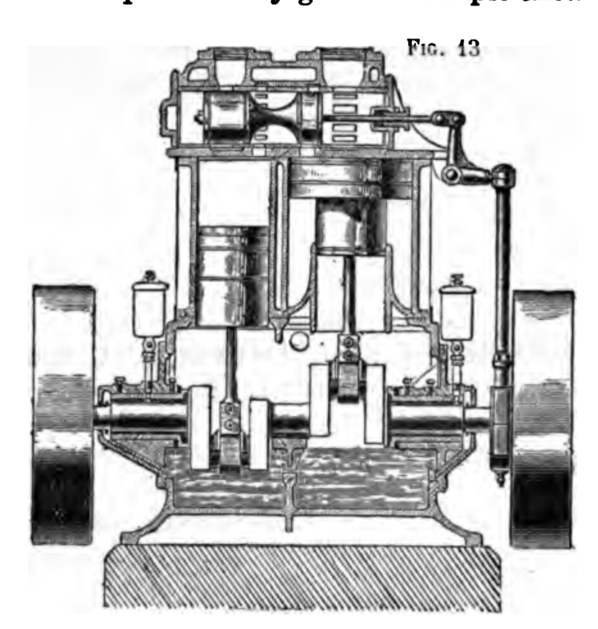
MACHINE WESTINGHOUSE

à fonctionnement Woolf ou Compound, à simple effet

(Pl. XIX).

Depuis quelques années, la Compagnie Westinghouse a introduit en Europe un type de machine verticale à deux pistons conjugués et à simple effet.

Fig. 13



Tout récemment elle a substitué à ce premier type celui de la fig. 13 dont nous donnons le dessin pl. XIX. Les pistons sont encore à simple effet et à 180°, mais ils sont de diamètres différents, à fonctionnement Woolf, la vapeur sortant du petit cylindre finit de se détendre dans le grand. Le grand piston est guidé par un prolongement cylindrique muni d'un anneau élastique qui empêche les fuites de vapeur. L'eau provenant de la vapeur, qui s'échappant du grand cylindre vient se condenser dans la capacité inférieure, peut s'écouler par une soupape latérale à ressort s'ouvran du dedans au dehors. La distribution s'effectue sur les fonds même des cylindres, au moyen d'un tiroir cylindrique conduit par l'excentrique mobile sous l'action du régulateur (fig. 14 et 15).

Les masses mobiles B, B sont articulées en *b*, *b*, sur le plateau A qui peut être l'âme d'un petit tambour spécial ou du volant. Ces masses sont reliées entre elles par la bielle *e* et l'une d'elles est reliée à l'excentrique C par la bielle *f*. Cet excentrique C

n'est plus comme précédemment à coulisse ou monté sur un autre excentrique, il est fondu avec une queue *c* articulée en *d*. Enfin, de puissants ressorts D, D, tendent constamment à ramener les masses vers l'axe dès que la vitesse diminue.

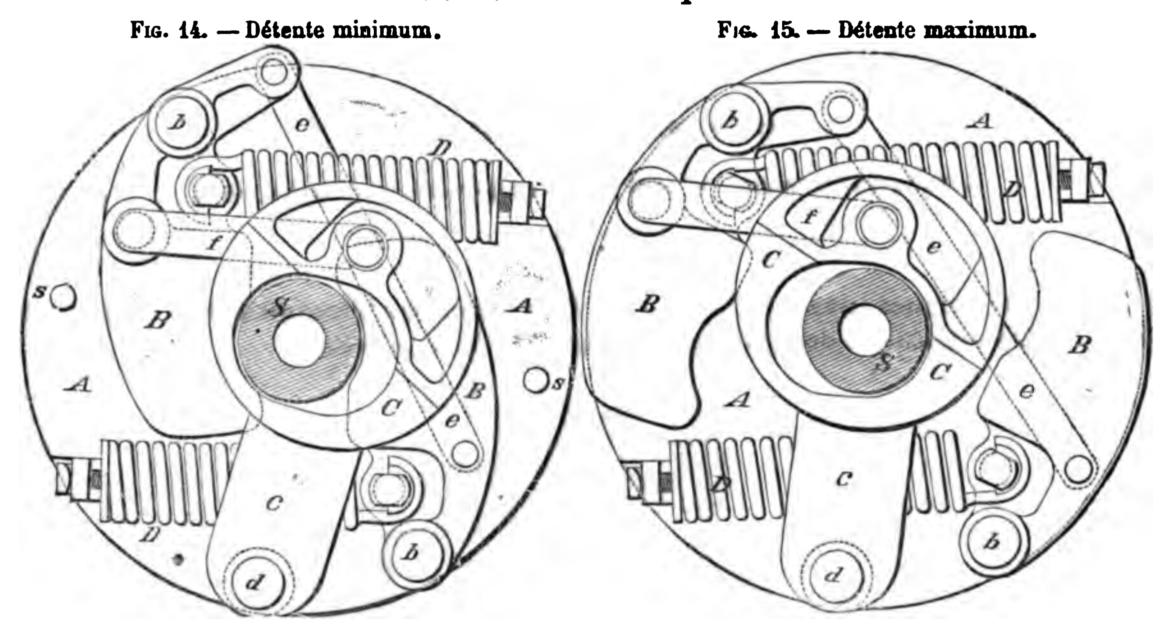


Fig. 14. — Détente minimum. Fig. 15. — Détente maximum.

Le graissage du tiroir et des pistons a lieu par la vapeur graissée avant son arrivée. Les paliers sont munis de graisseurs continus, enfin les huiles se réunissent dans le récipient inférieur et les têtes de bielles plongent dans le bain d'huile à chaque tour. Le trop plein de l'huile s'échappe par le conduit et la cuvette que l'on voit à gauche du profil.

Le tableau suivant résume les données principales de ces machines.

DIAMÈTRE DES CYLINDRES.		Course.	Tours.	DIAMÈTRE DES CYLINDRES.		Course.	Tours.
Petit.	Grand.			Petit.	Grand.		
101	152	101	500	305	508	305	300
127	203	127	450	330	558	330	290
152	254	152	400	355	609	335	280
178	304	178	390	406	685	406	250
203	330	203	375	457	762	406	250
228	380	228	350	483	838	457	250
254	457	254	320	558	965	457	250
279	482	279	300	635	1.066	508	210

MACHINE COMPOUND PILON DE J. BOULET ET Cie

(Planche XX).

La Maison J. Boulet et Cie a depuis longtemps créé une série de machines type Pilon. Ces machines sont actuellement toutes à excentrique mobile.

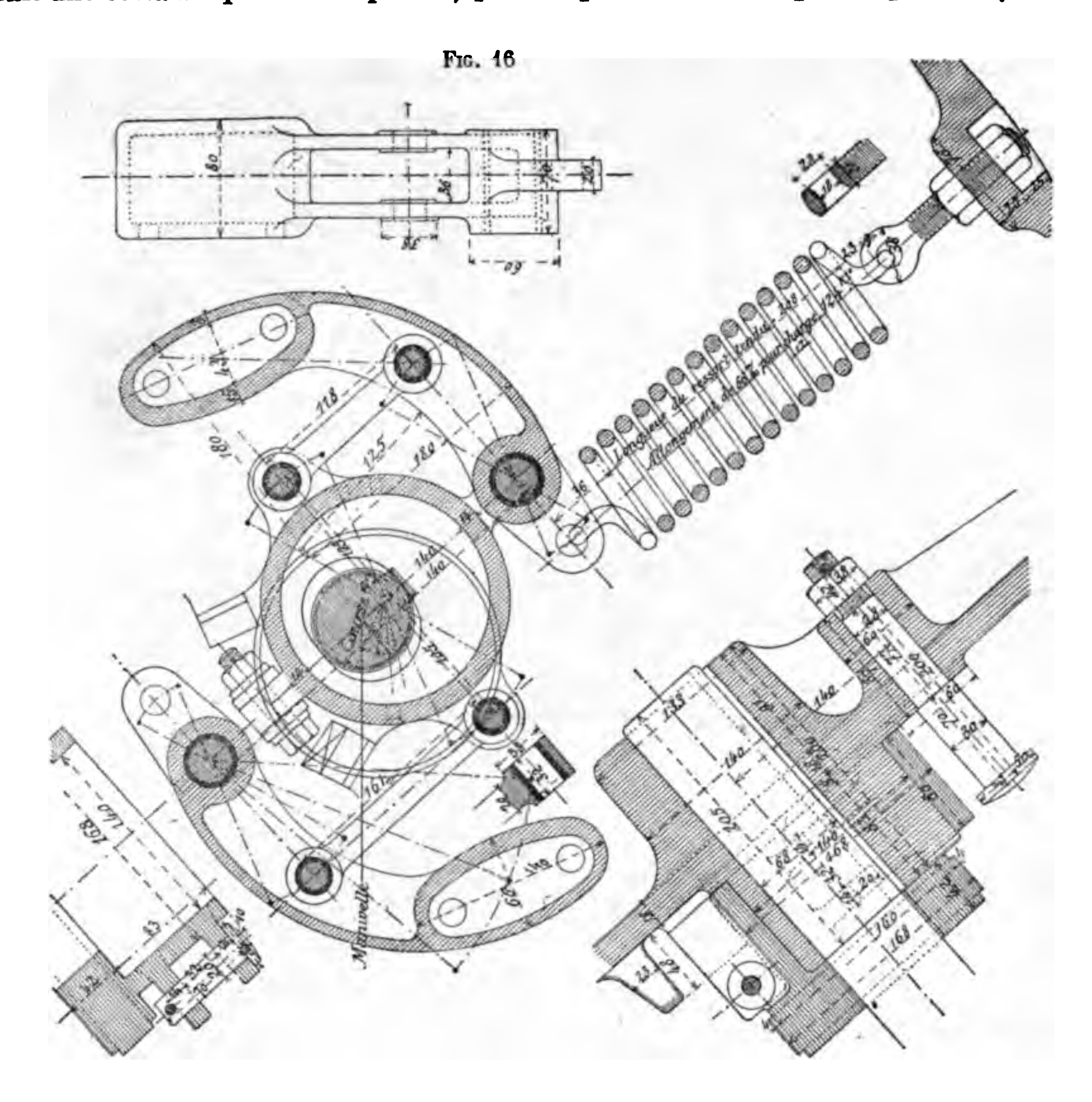
La machine de 50 chevaux que nous donnons est le dernier modèle de la série Com-

pound. Le bâti, à un seul jambage, porte les fonds inférieurs des cylindres et les glissières. Deux colonnettes situées en avant supportent les cylindres placés en porte à faux.

La construction des organes habituels se lit suffisamment sur les dessins.

Le régulateur est détaillé au 1/5; les masses mobiles sont creuses et on y introduit une certaine quantité de plomb, que l'on peut déterminer par l'expérience, en vue

Fig. 16



d'obtenir la vitesse normale voulue. Le ressort de rappel est attaché à la jante de la poulie. L'excentrique mobile est à queue articulée.

Le tiroir du petit cylindre est formé de deux pistons de diamètres différents; la vapeur arrivant entre ces pistons, exerce sur le piston supérieur, qui est le plus grand, un effort vertical qui équilibre le poids de ce tiroir et de sa tige. Ces petits pistons sont formés de deux anneaux élastiques concentriques dont les joints sont opposés, celui de

l'anneau extérieur correspond à la partie pleine de la glace cylindrique; la position relative de ces anneaux entre eux et avec la tige est assurée par de petits goujons.

L'expérience a indiqué qu'il est bon d'ajouter à ce dispositif un piston modérateur, afin de s'opposer aux déplacements trop brusques.

Régulateur pour machine de 20 *chevaux* (fig. 16 et pl. XIX). Cette construction adoptée pour les machines de puissance moyenne, diffère de la précédente, comme on le voit, en ce que l'excentrique de la distribution est mobile sur un excentrique fixe, pris sur le moyeu même de la poulie, comme dans le régulateur Dörfel. Ce dispositif fonctionne d'une façon très satisfaisante sans l'addition de piston modérateur.

Dans les deux dispositifs précédents les déplacements de l'excentrique sont limités par une saillie venue de fonte sur le plateau, garnie de cuirs, qui viennent s'appuyer sur les talons en saillie venues de fonte sur le fond de la poulie volant.

AUTRES OUVRAGES DE J. BUCHETTI

Paris — 11, rue Guy-Patin, 11 — Paris.

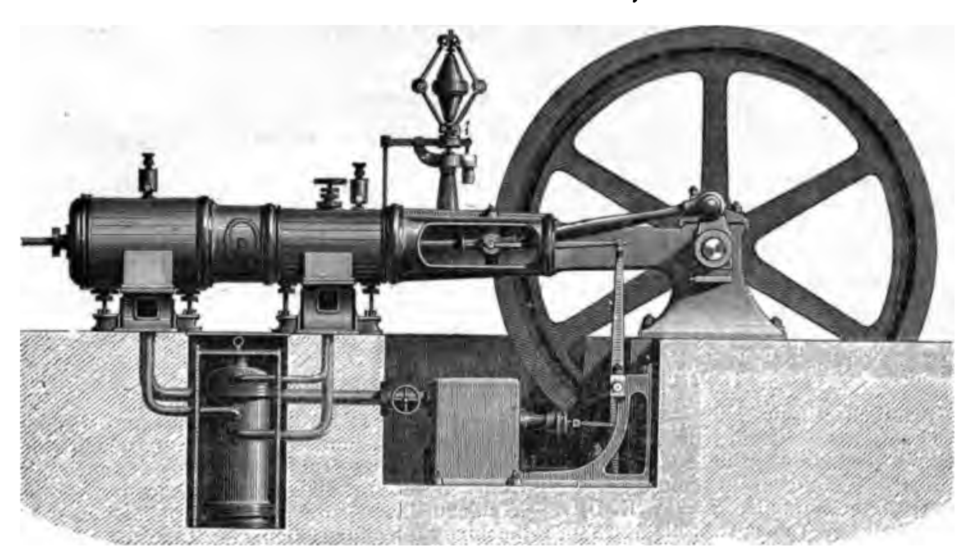
LES MACHINES A VAPEUR ACTUELLES

TRAITÉ COMPLET DE LA CONSTRUCTION DE TOUS LES SYSTEMES DE MACHINES

LE CALCUL DE LEURS ORGANES AU POINT DE VUE DE LA PUISSANCE A DÉVELOPPER,
DE LA RÉGULARITÉ DU MOUVEMENT
ET AU POINT DE VUE DE LEUR RÉSISTANCE PROPRE.

TEXTE de 270 pages in-4°. — 170 figures et 13 petites planches.
ALBUM de 62 planches gravées, in-f° en carton.

PRIX : 60 francs,



EXTRAIT DE LA TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE I. — **Distributions par tiroirs plans et excentrique circulaire.**

Diagramme de Reuleaux; de Zeuner; elliptique et à coordonnées rectangulaires ; tracé du tiroir à recouvrements; tiroir Allen-Trick; Wisner et Strong ; à entraînement d'Ehrhardt. — Distribution Farcot; Thomas et Laurens. — Modification ou distribution à 3 tiroirs. — Distribution Meyer; Rider ou Hayward. — Coulisses de Stephenson, de Goock dite renversée. — Coulisse droite d'Allan ou de Trick.

CHAPITRE II. — **Construction des machines à un cylindre.**

CLASSE I. § 1. — *Machines à tiroirs ordinaires.* — Cie de Fives-Lille. — Buffaud. — Duvergier. — A. Robert. — A. Shanks. — Rikkers. — Hayward. — Société de Vinthertur.
§ 2. — *Machines à tiroirs plans et organe de détente à déclics.* — Tremper. — Skoda. — Marcinelle et Couillet. — Marquise. — Collmann. — Menk et Hambrock. — Wannieck et Koppner.

CLASSE II. § 1. — *Machines à quatre tiroirs plans.* — Porter. — Allen. — Artige.
§ 2. — *Machines à quatre tiroirs et déclics.* — Cail Hallot. — Kuchembecker. — Goethem et Reallier. — Ateliers de Buda-Pesth. — Wannieck et Koppner. — Florio et Cie. — William Wright et Cie. — Brown et Cie.

CLASSE III. § 1. — *Machines à tiroirs circulaires et déclics.* — 1er — 2e — 3e — 4e et 5e système de G. H. Corliss. — Spencer et Inglis. — Douglas et Grant. — J. Wheelock. — Cail et Cie. — Société Verviétoise. — Farcot. — Berger André. — Van den Kerchove. — Collmann.

Classe IV. § 1. *Machines à quatre soupapes et déclics.* — Sulzer, système 1867, 1873, 1878. — Trappen. — Crespin et Marteau. — Zimmermann. — L'Horme. — Hartmann.

§ 2. *Machines à soupapes accompagnées.* — Société de Winterthur (système Brown). — Collman. Distribution par soupapes et cannes.

Classe V. — *Machines à soupapes et tiroirs plans.* — Charles Nolet. — Socin et Wick. — Walschaertz. — Berghoff. — Proell.

CHAPITRE III. — **Machines à deux cylindres.**

Classe I. — *Machines Woolf ou Compound ordinaires.* — Thomas Powell. — Windsor et fils. — Boudier. — Galloway. — Queruel. — Sulzer. — Escher-Wyss. — Breitfeld et Danek. — Demenge. — Locoge. — Brotherhood. — Besnard. — Watt.

Classe II. — *Machines Compound à réservoir.* — Société centrale de Pantin. — Schneider au Creusot. — Société des constructions navales du Havre. — Claparède. — Dubuc.

CHAPITRE IV. — **Moteurs divers.**

Beer. — Barnays. — Watt. — Greenwood et Batley (Fenby). — Vosper. — Wigzell et Halsey. — Brotherhood. — Locoge. — Outridge. — West. — Braconnier. — Whitley. — Cassot. — Fau (Martin).

CHAPITRE V. — **Applications.**

Classe I. *Machines d'extraction.* — Beer. — Audemar. — Remeaux. — Cie de Fives-Lille. — Société J. Cokerill à Seraing. — de Quillacq. — Collmann.

Classe II. *Machines d'épuisement et de ventilation.* — Cie de l'Horme. — Révollier et Biétrix. — Société de J. Cockerill. — de Quillacq. — Dawey. — Stapfer-Hayward. — Marcinelle et Couillet.

Classe III. *Machines soufflantes et réversibles.* — J. Cockerill. — Gallowey. — Bethlehem. — Société des Aciéries d'Ecosse. — Bolckow Vaugham et Ce. — Corliss.

Classe IV. *Machines élévatoires* — J. Farcot et Cie. — Dubuc. — Breitfeld et Danek. — G. Corliss. — de Lawrence.

CHAPITRE VI. — **Calcul des organes des machines.**

§ 1. Puissance des machines et calcul des cylindres.

Mesure du travail effectif, au frein. — Travail indiqué. — Formules du travail de la vapeur. — Tableaux I à V : des pressions, — Coefficients de rendement K., log. hyp., limites de la détente, détente nominale et effective, — Limite pratique de la détente et de la pression. — Tableau VI, poids de vapeur par chevaux et heure. — Tableau VII, compression. — Tableau VIII, travail de 1 mc. de vapeur. — Applications. — Formule simplifiée $N = A. K. D.^2 v$. — Tableau IX, valeurs de A. — Applications. — Calcul du diamètre. — Tableau X, diamètre des machines à condensation. — Tableau XI, diamètre des machines sans condensation. — Tableau XII, valeurs de $\sqrt{\frac{t}{v}}$ — Tableau XIII, série de 8 machines Corliss ou à soupapes.

Machines à deux cylindres Woolf ou Compound. — 1° Pleine admission au petit cylindre. — 2° Détente au petit cylindre. — Effort total. — Espaces nuisibles. — Calculs d'une série de machines à deux cylindres. — Tableau XIV, rapports des diamètres des cylindres. — Tableau XV, diamètres des machines à deux cylindres.

Machines Compound à réservoir. — 1° La détente est diminuée ; 2° la détente est augmentée.

§ 2 Conduits condenseurs, pompes, régulateurs et volants.

Conduits de vapeur. — Tableau XVI, vitesse de la vapeur. — Tableau XVII, vitesse d'écoulement de la vapeur. — Tableau XVIII, section des passages de vapeur. — Proportion des soupapes.

Condenseurs, pompes à air et a eau. — Tableau XIX, volume d'eau et d'air pour la vapeur. — Tableau XX, rapports des volumes de la pompe à air et du cylindre à vapeur.

Calculs des régulateurs. — Watt ordinaire, à masse centrale. — Porter. — Andrade. — Proell. — Buss, (tableau.) — Beer, (tableau.) — Muhlard. — Tremper. — Brown. — Thelem et Weydemeyer. — Pickering.

Volants. — Tableau XXI, Coefficients C. — Calculs des volants. — Applications.

§ 3. Calculs des organes au point de vue de leur résistance propre.

Limite du diamètre des volants, tableau XXIV. — Volant denté, tableau XXV, dimension des dents. — Volants poulies, tableau XXVI, dimensions des courroies. — Volants à gorges, dimensions des câbles. — Epaisseur des cylindres. — Tiges de piston. — Boutons de manivelles. — Tourillons d'extrémité. — Traverses. — Balanciers. — Manivelles. — Arbres des machines à détente, sans détente. — Arbres coudés.

GUIDE POUR L'ESSAI DES MACHINES A VAPEUR

ET LA PRODUCTION ÉCONOMIQUE DE LA VAPEUR

Ouvrage contenant :

TOUT CE QUI A RAPPORT AUX INDICATEURS SIMPLES, TOTALISATEURS ; LES PROPRIÉTÉS DES VAPEURS, L'ANALYSE DES DIAGRAMMES ; LE TRAVAIV INDIQUÉ ; LA DÉFENSE DE VAPEUR ; LES ESSAIS CALORIMÉTRIQUES ; LES FREINS DE PRONY ORDINAIRES, AUTOMATIQUES ; ESSAIS DE VAPORISATION ; COMBUSTIBLES. — PROPORTIONS DES GÉNÉRATEURS, DÉCRETS.

Un Volume in-8° avec 150 figures. — Tableaux et 10 planches.

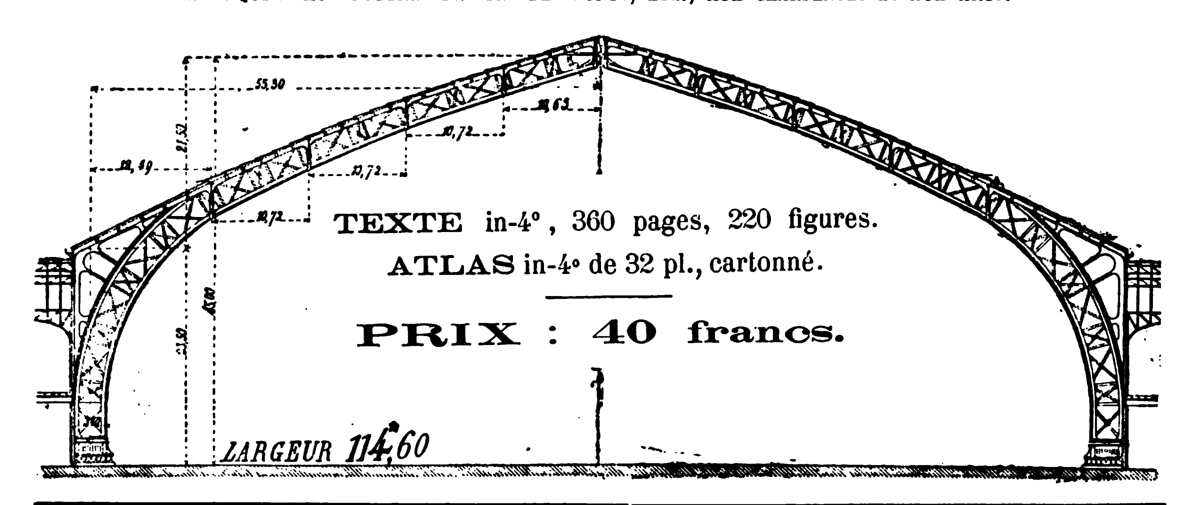
Prix : 15 **francs, cartonné,**

MANUEL DES CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES ET MÉCANIQUES

Ouvrage contenant :

LE RAPPEL DES FORMULES DE LA RÉSISTANCE ; LES CONDITIONS D'ESSAI, DE RÉSISTANCE, DE RÉCEPTION, DES MÉTAUX ACTUELS ET DES ORGANES, TELS QUE : CABLES MÉTALLIQUES, DE SUSPENSION, DE TRANSPORTS AÉRIENS, D'EXTRACTIONS, DE TRANSMISSIONS, CORDAGES, CHAINES, BARRES A ŒIL, RIVURES, COLONNES.

LA ROUTINE des méthodes de calcul, graphiques et analitiques, APPLIQUÉES AUX POUTRES DROITES LES PONTS, ETC., AUX CHARPENTES ET AUX ARCS.



ALBUM DES CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES

CONTENANT LES ENSEMBLES ET DÉTAILS DES OUVRAGES RÉCENTS :

FERMES DE CHARPENTE, HALLES ET MARCHÉS,

MAGASINS ET ENTREPOTS, EXPOSITION DE 1889

Avec un texte contenant l'application des Méthodes de calcul indiquées dans notre *Manuel.*

(Sous Presse)

FIGURE EXTRAITE DU GUIDE POUR L'ESSAI DES MACHINES.

Frein de Prony à réglage en marche, avec modérateur pour machines à grande vitesse.

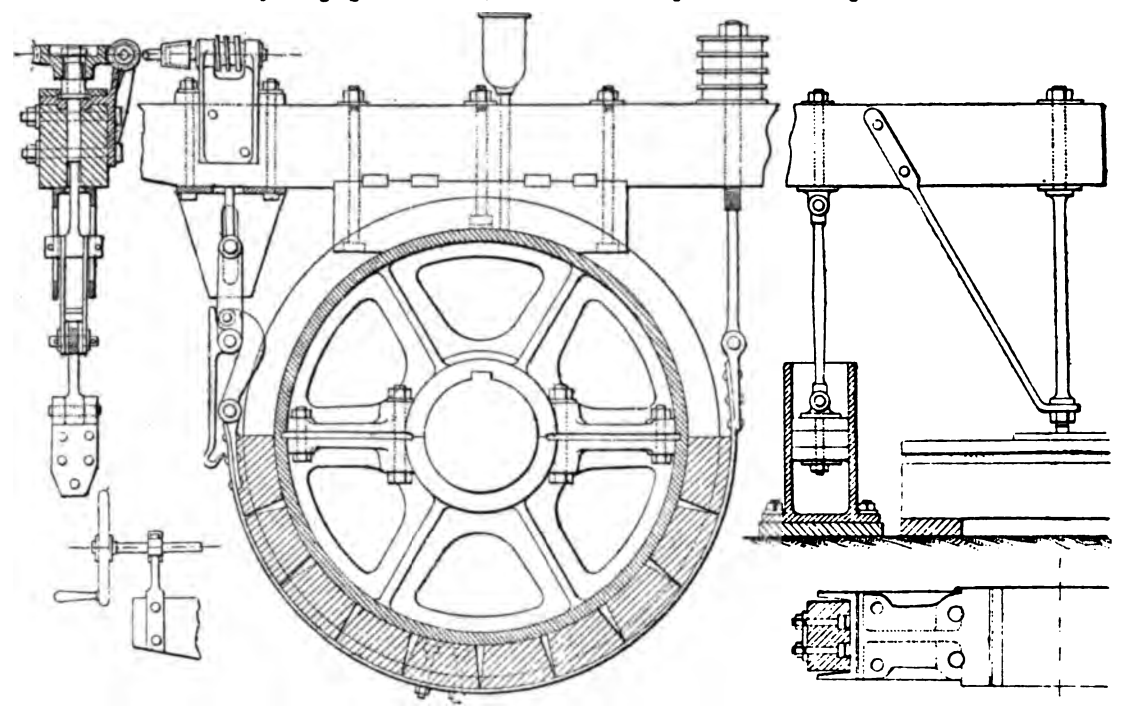
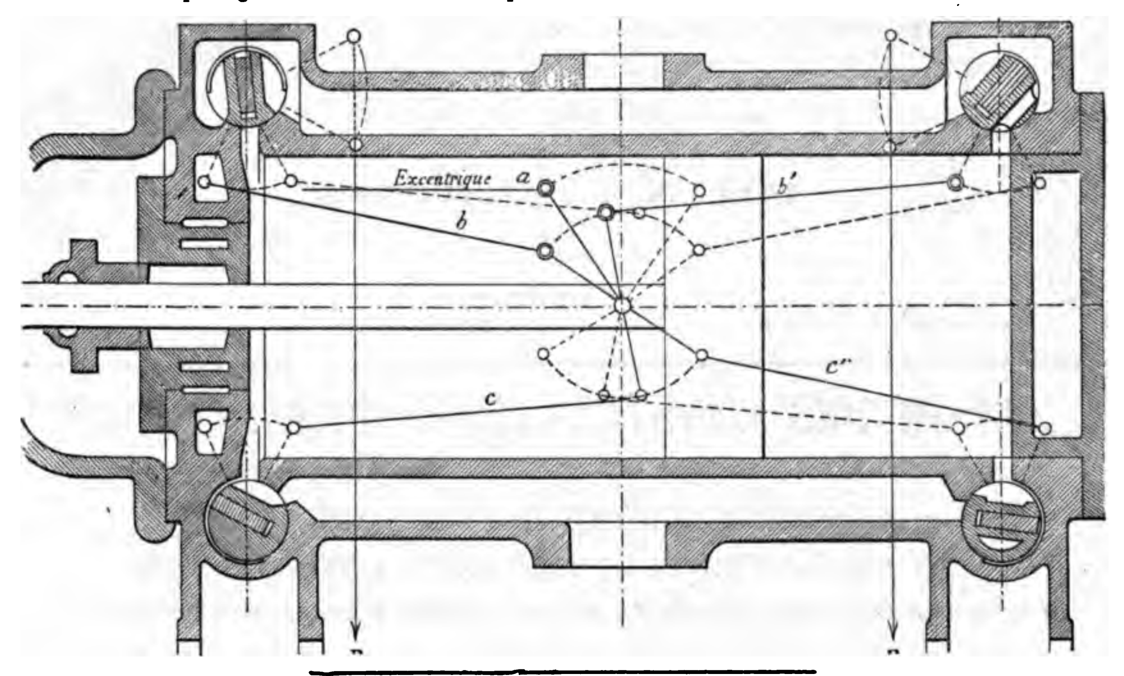


FIGURE EXTRAITE DES MACHINES A VAPEUR ACTUELLES.

Épure générale du mécanisme à plateau central des machines de G. Corliss.



Paris. — Imp. A. DAVY, 52, rue Madame et rue Corneille, 3.





